This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0418 8447

LANE
MEDICAL LIBRARY
LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
1885

Gift
of Mr. William Wreden

LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
PALO ALTO, CALIFORNIA

A

D471
H13
1876

Inhalt.

1) Die Perigenesis der Plastidule.
2) Die heutige Entwicklungslehre im Verhältniss zur Gesamtwissenschaft.
3) Ueber die Grenzen des Naturerkennens.
4) Der Haeckelismus in der Zoologie.
5) Haeckelogonie.
6) Haeckel u. die monistische Weltanschauung.
7) Ueber Bedeutung u. Aufgabe einer Philosophie der Naturwissenschaft
8) Studien über Protoplasma.

D47
H13
1876

Inhalt.

1) Die Perigenesis der Plastidule.
2) Die heutige Entwicklungslehre im Verhältniss zur Gesammtwissenschaft.
3) Ueber die Grenzen des Naturerkennens.
4) Der Haeckelismus in der Zoologie.
5) Haeckelogonie.
6) Haeckel u. die monistische Weltanschauung.
7) Ueber Bedeutung u. Aufgabe einer Philosophie der Naturwissenschaft
8) Studien über Protoplasma.

Die

Perigenesis der Plastidule

oder die

Wellenzeugung der Lebenstheilchen.

Ein Versuch zur mechanischen Erklärung der elementaren Entwickelungs-Vorgänge.

Von

Ernst Haeckel, 1834 - 1919.

Dr. phil. et med.

Ordentlichem Professor der Zoologie und Director des zoologischen Instituts an der Universität Jena.

Mit einer Tafel.

Berlin.

Verlag von Georg Reimer.

1876.

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

Evol

471
'13
376

Dem

hochverdienten

Curator der Universität Jena

Herrn Geheimen Staatsrath

Dr. MORITZ SEEBECK

widmet diese Schrift am Tage der

fünfundzwanzigjährigen Jubelfeier

seiner erfolgreichen Amtsthätigkeit,

am 9. Mai 1876,

in vorzüglicher Verehrung

der Verfasser.

Seit einem Decennium macht sich in der Naturwissenschaft mit stetig wachsender Kraft eine philosophische Bewegung geltend, deren Wellen immer weitere Kreise erregen und im Reiche der Philosophie eine entsprechende naturwissenschaftliche Strömung erzeugt haben. Je gewaltiger einerseits die Masse neuer Entdeckungen anwächst, welche der emsige Fleiss zahlreicher Beobachter auf allen Gebietstheilen der Naturwissenschaft zusammenhäuft, desto stärker empfinden alle denkenden Naturforscher das Bedürfniss, einheitliche philosophische Gesichtspunkte für deren Verständniss zu gewinnen und von der Kenntniss der Thatsachen zur Erkenntniss der Ursachen emporzusteigen. Je weniger anderseits die zahlreichen, der Empirie feindlich gegenüberstehenden Systeme der metaphysischen Speculation einen bleibenden Erfolg erringen konnten, desto mehr drängt sich den weiter blickenden Philosophen die Ueberzeugung auf, dass nur auf der sicheren Basis jener empirischen Errungenschaften ein dauerhaftes System der Erkenntniss errichtet werden kann, und dass dabei noth-

wendig die Kenntniss der Thatsachen der Erkenntniss ihrer Ursachen vorausgehen muss.

Unter den mancherlei Umständen, welche diese erfreuliche Annäherung der Philosophie und der Naturwissenschaft herbeigeführt und begünstigt haben, ist unstreitig am wichtigsten die Umgestaltung der Entwickelungslehre, zu welcher *Charles Darwin* durch sein epochemachendes Werk „über die Entstehung der Arten" den ersten Anstoss gab. Wenn dieser grosse Naturforscher es auch vorsichtig vermied, seiner Selections-Theorie und der dadurch reformirten Descendenz-Theorie das Gewand eines philosophischen Systems zu geben und die damit verbundenen Consequenzen zu ziehen, so kann doch kein tiefer Blickender mehr zweifeln, dass der beispiellose Erfolg von *Darwin's* Schriften nicht in dem ungeheuren Reichthum der zusammengestellten empirischen Thatsachen, sondern in deren geistvoller Erklärung und Verknüpfung durch das gemeinsame Band der Entwickelungs-Theorie liegt. Diese einheitliche Erklärung der verschiedenartigsten Erscheinungen ist aber eine philosophische That.

Den ersten umfassenden Versuch, die philosophischen Grundgedanken der neu erstandenen Entwickelungslehre systematisch auszubilden, und insbesondere die Wissenschaft von den organischen Formen durch die Descendenz-Theorie mechanisch zu begründen, unternahm ich vor zehn Jahren in meiner „generellen Morphologie der Organismen". Wie verfehlt und übereilt dieser Versuch in vieler Beziehung auch war, so haben sich doch manche darin niedergelegte neue Vorstellungen inzwischen als naturgemäss und fruchtbar erwiesen. Das scheint mir namentlich von meiner Auf-

fassung der beiden Hauptzweige der organischen Entwickelungsgeschichte und des zwischen Beiden bestehenden ursächlichen Zusammenhanges zu gelten.

Bisher hatte man unter „Entwickelungsgeschichte“ schlechtweg nur diejenige der individuellen organischen Formen verstanden, die sogenannte „Embryologie“ und die „Metamorphologie“ (oder embryonale und postembryonale Entwickelungsgeschichte), die beide unter dem Begriffe der Keimesgeschichte oder Ontogenie zusammengefasst werden können. Aber diese Ontogenie ist nur ein Hauptzweig der Biogenie oder der allumfassenden „Entwickelungsgeschichte der Organismen.“

Als zweiter Hauptzweig steht ihr gegenüber die paläontologische Entwickelungsgeschichte der organischen Arten und Stämme, der Formen-Ketten welche im ununterbrochenen Zusammenhange ungezählter Generationen von Anbeginn des organischen Lebens auf unserem Planeten bis zur Gegenwart sich entwickelt haben. Diese Entwickelungsgeschichte der Generationsreihen, „Paläontologie und Genealogie“ umfassend, wird am besten kurz als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichnet.

Keimesgeschichte und Stammesgeschichte, Ontogenie und Phylogenie, sind nach meiner Auffassung zwei Wissenschaften, welche in dem engsten und unmittelbarsten ursächlichen Zusammenhang stehen. Dass Beide sich in so verschiedenem Maasse entwickelten, dass die ältere Keimesgeschichte früher allein als die „eigentliche Entwickelungsgeschichte“ galt, während die jüngere Stammesgeschichte erst vor zehn Jahren zu selbständiger Geltung kam und selbst heute noch vielfach nicht anerkannt wird, das liegt

einerseits an der verschiedenartigen empirischen Methode, andererseits an den ungleichen theoretischen Ansprüchen beider Disciplinen. Denn die individuelle Entwickelung der Organismen, ihre Keimesentwickelung oder Ontogenesis, ist ein rascher Bildungsprocess, welcher in kürzester Zeit unter unseren Augen verläuft, und dessen äussere Erscheinungsreihe wir unmittelbar von Anfang bis zu Ende verfolgen können, meist innerhalb weniger Wochen oder Monate, selten in längerer Zeit. Schritt für Schritt, und Stufe für Stufe, können wir hier durch zusammenhängende Beobachtung die veränderliche Formenreihe erkennen, welche jedes einzelne Thier, jede einzelne Pflanze vom Ei bis zur Vollendung durchläuft. Hingegen ist die paläontologische Entwickelung der Organismen, ihre Stammesentwickelung oder Phylogenesis, ein langsamer Bildungsprocess, der ungeheuere Zeiträume erfüllt, dessen einzelne Schritte nach Jahrtausenden, dessen wahrnehmbare Wegstrecken, geologischen Formationen entsprechend, nach Hunderttausenden und Millionen von Jahren zu bemessen sind. Der Unterschied zwischen einer Secunden-Uhr, deren Zeiger seinen Kreislauf innerhalb einer Minute, und einer Jahres-Uhr, deren Zeiger den seinigen im Verlauf von 365 Tagen vollendet, ist nicht so gross, wie die Differenz zwischen dem athemlosen Geschwindschritt der Keimesgeschichte und dem kaum wahrnehmbaren Dahinschleichen der Stammesgeschichte. Was aber noch viel mehr ins Gewicht fällt, das ist die mangelhafte empirische Basis der letzteren. Die paläontologische „Schöpfungsurkunde“, welche uns unmittelbar in der Reihenfolge der Versteinerungen die Bilder-Gallerie der ausgestorbenen

Vorfahren unserer heutigen Organismen aufdecken sollte, ist aus bekannten Gründen im höchsten Maasse unvollständig und lückenhaft. Sie würde uns selbst in ihren sehr wichtigen Rest-Fragmenten kaum verständlich sein, wenn wir nicht zu ihrer Ergänzung und Ausfüllung zwei andere, höchst werthvolle Urkunden besässen: Die vergleichende Anatomie und Ontogenie. Welche hohe Bedeutung hier insbesondere der „vergleichenden Anatomie" zukommt, hat vor Allen *Carl Gegenbaur* in seinen mustergültigen Arbeiten gezeigt. Durch die gründliche Kenntniss, die denkende Vergleichung und die kritische Benutzung dieser drei wichtigsten „Schöpfungs-Urkunden", der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie, wird es uns möglich, die Grundzüge der Phylogenie oder Stammesgeschichte zu erkennen.

Von der höchsten Wichtigkeit dafür ist vor Allem der unmittelbare Causal-Nexus zwischen Ontogenie und Phylogenie. Dieser bedeutungsvolle ursächliche Zusammenhang, den schon die ältere Naturphilosophie vor einem halben Jahrhundert ahnte, und den nächst *Darwin* vor Allen *Fritz Müller* betonte, lässt sich in folgendem Satze formuliren: „Die Formenreihe, welche der individuelle Organismus während seiner Entwickelung von der Eizelle an bis zu seinem ausgebildeten Zustande durchläuft, ist eine kurze gedrängte Wiederholung der langen Formenreihe, welche die thierischen Vorfahren desselben Organismus, oder die Stammformen seiner Art von den ältesten Zeiten der sogenannten organischen Schöpfung an bis auf die Gegenwart durchlaufen haben." (Vergl. die gen. Morphol., Bd. II., S. 295—300. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. VIII., S. 5; Bd. IX., S. 409; Bd. X., Suppl., S. 77.)

Mit anderen Worten: „Die Keimesentwickelung ist ein Auszug der Stammesentwickelung; um so vollständiger, je mehr durch Vererbung die Auszugs-Entwickelung oder Palingenesis beibehalten wird; um so weniger vollständig, je mehr durch Anpassung die Fälschungs-Entwickelung oder Cenogenesis eingeführt wird."

Wie dieses biogenetische Grundgesetz der wahre Ariadne-Faden ist, der uns durch das verschlungene Labyrinth der Stammesgeschichte leitet, das glaube ich in meiner Gastraea-Theorie an dem Beispiele der Gastrula für das ganze Thierreich gezeigt zu haben. In meiner Monographie der Kalkschwämme habe ich dasselbe für sämmtliche stammverwandte Formen dieser kleinen Thiergruppe auf das genaueste im Einzelnen nachgewiesen, und in meiner Anthropogenie an dem besonderen Beispiele der Entwickelungsgeschichte des Menschen nachzuweisen versucht. Alle Vorgänge in der Keimesgeschichte sind entweder palingenetischer oder cenogenetischer Natur.

Nachdem nun die Vererbung als die bewirkende Ursache der Palingenesis, die Anpassung als die „causa efficiens" der Cenogenesis und Beide zusammen als die wesentlichen Factoren der Ontogenesis erwiesen waren, musste es als nächste Aufgabe erscheinen, die Vererbung und Anpassung selbst als physiologische Functionen der Organismen näher zu ergründen.

In der „generellen Morphologie" hatte ich die Vererbung mit der Fortpflanzung, die Anpassung mit der Ernährung in unmittelbaren physiologischen Zusammenhang gebracht und damit die Möglichkeit einer mechanischen Auffassung und einer physikalisch-chemischen Erklärung

auch für jene beiden wichtigsten „formbildenden Functionen“ der Organismen dargethan. Denn wenn die heutige Physiologie mit vollem Rechte dem Vitalismus und der Teleologie ihre Pforte verschliesst, wenn sie jede mystische und übernatürliche Action nach Art der „Lebenskraft“ verwirft und auf ihrem Gebiete nur physikalisch-chemische — oder in weiterem Sinne „mechanische“ — Kräfte wirken lässt, so muss sie auch für die beiden wichtigsten Lebensthätigkeiten der Formbildung, für die Vererbung und Anpassung, eine solche mechanische Erklärung suchen. Und wenn unser grosser kritischer Philosoph *Immanuel Kant* mit vollem Rechte an die Naturwissenschaft die Forderung stellt, überall mechanische Ursachen (causae efficientes) an die Stelle der zweckthätigen Ursachen (causae finales) zu setzen; wenn *Kant* ferner behauptet, dass der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung der Erscheinungen einschliesse, und dass es „ohne das Princip des Mechanismus in der Natur überhaupt keine Naturwissenschaft geben könne“, so werden wir auch für unsere Entwickelungsgeschichte als echte Naturwissenschaft diesen monistischen Standpunkt als den allein berechtigten anerkennen und für die physikalischen Thatsachen der organischen Entwickelung auch nur nach mechanischen Ursachen suchen dürfen.

Nun hat aber die moderne Physiologie, der eigentlich diese Aufgabe zufällt, bis heute noch nicht den Versuch gewagt, die Vererbung und Anpassung in diesem Sinne wirklich in Angriff zu nehmen und die Elementar-Vorgänge in beiden physiologischen Functionen aufzusuchen. Einen einzigen derartigen Versuch hat bis jetzt nur *Charles Darwin* unternommen, als er 1868 seine „provisorische

Hypothese der Pangenesis" aufstellte. Es geschah dies im zweiten Bande des werthvollen Werkes über „das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication" (27. Capitel). In der kürzlich erschienenen zweiten Auflage dieses Werkes (1875) hat *Darwin* seine Pangenesis-Hypothese noch ausführlicher und mit einigen Modificationen vorgetragen, und ich gebe hier zunächst ihren Kern mit denselben Worten, mit denen sie ihr Begründer daselbst zusammenfasst (Vol. II. p. 369). „Es wird allgemein zugegeben, dass die Zellen oder Einheiten des Körpers sich durch Selbsttheilung oder Knospung vermehren, wobei sie dieselbe Natur beibehalten; und dass sie schliesslich in die verschiedenen Gewebe und Substanzen des Körpers verwandelt werden. Aber ausser diesen Vermehrungsweisen nehme ich an, dass die Einheiten (oder Zellen) kleine Körnchen abgeben, welche durch das ganze System (des Körpers) zerstreut werden; dass diese, wenn sie mit gehöriger Nahrung versorgt werden, sich durch Selbsttheilung vervielfältigen, und schliesslich zu Einheiten (oder Zellen) entwickelt werden, gleich denen, von denen sie ursprünglich abgeleitet sind. Diese Körnchen können „Keimchen" (oder „Gemmules") genannt werden. Sie sammeln sich aus allen Theilen des Körpers, um die Geschlechtselemente zusammenzusetzen, und ihre Entwickelung in der nächsten Generation bildet ein neues Wesen; aber sie sind gleicherweise auch fähig, in einem schlummernden Zustande an künftige Generationen überliefert und dann erst entwickelt zu werden. Ihre Entwickelung hängt ab von ihrer Vereinigung mit anderen, theilweise entwickelten oder entstehenden Zellen, welche ihnen im regelmässigen

Verlaufe des Wachsthums vorausgehen. Warum ich den Ausdruck „Vereinigung“ gebrauche, wird sich zeigen, wenn wir die directe Einwirkung des Pollens auf die Gewebe der Mutterpflanze erörtern. Es wird angenommen, dass Keimchen von jeder Einheit oder Zelle nicht blos während ihres erwachsenen Zustandes abgegeben werden, sondern auch während jedes Entwickelungszustandes eines jeden Organismus; aber nicht nothwendig während der fortgesetzten Existenz derselben Zelle. Endlich nehme ich an, dass die Keimchen in ihrem schlummernden Zustande eine gegenseitige Verwandtschaft zu einander haben, welche zu ihrer Anhäufung entweder zu Knospen oder zu Sexual-Elementen führt. Daher sind es nicht die Geschlechts-Organe oder die Knospen, welche neue Organismen erzeugen, sondern die Einheiten oder Zellen, aus denen jedes Individuum zusammengesetzt ist.“

Dies ist mit kurzen Worten die „Provisorische Hypothese der Pangenesis“ von *Charles Darwin.* Ihre ausführliche Auseinandersetzung und Begründung, ihre Anwendung auf die verschiedenen Haupterscheinungen der organischen Entwickelung und namentlich ihre Benutzung zur Erklärung der Vererbungs- und Anpassungs-Phänomene ist in dem Original-Werke selbst nachzusehen; einem Werke, welches durch die fleissige Zusammenstellung und kritische Sichtung eines unendlich reichen Beobachtungs-Materials, wie durch die geniale Auffassung und klare Darlegung desselben uns den grossen britischen Forscher in seiner ganzen Bedeutung zeigt.

Charles Darwin selbst hat seine „Hypothese der Pangenesis“ von Anfang an als eine provisorische bezeichnet,

als einen ersten Versuch, die Gesammtheit der organischen Entwickelungsprocesse auf ihre elementaren Ursachen zurückzuführen und sie so von einem einheitlichen causalen Gesichtspunkte aus zu erklären. Gleich seiner Selections-Theorie hat auch diese Pangenesis-Hypothese sofort das lebhafteste Interesse erweckt und von der einen Seite ebenso lebhaften Beifall, als von der anderen entschiedenen Widerspruch erfahren. Ich selbst habe in meinen bisherigen Arbeiten dieselbe nicht berührt und habe sowohl in der Natürlichen Schöpfungsgeschichte und in der Anthropogenie, wie in meinen übrigen Beiträgen zur Entwickelungslehre bis heute die Pangenesis absichtlich mit Stillschweigen übergangen. Ich brauche wohl nicht hinzuzufügen, dass weder Mangel an Interesse noch an Hochachtung vor dem scharfsinnigen Autor mich zu diesem Stillschweigen veranlasst hat. Vielmehr liegt der wahre Grund desselben in Folgendem: von Anfang an, und sofort nachdem ich vor acht Jahren mit der Pangenesis bekannt geworden, habe ich mich in entschiedenem inneren Widerspruche mit derselben befunden; einem Antagonismus, der um so stärker und unüberwindlicher wurde, je mehr ich durch eingehendstes Nachdenken mich mit der Pangenesis zu befreunden und durch ihre Anwendung auf die verschiedensten Erscheinungen der Entwickelung ihre Brauchbarkeit zu erkennen suchte. Nun war ich aber stets und bin auch noch heute von viel zu hoher Verehrung für *Charles Darwin*, von viel zu aufrichtiger Bewunderung für seine leitenden Ideen erfüllt, als dass ich einer so umfassenden und grossartig angelegten Hypothese hätte entgegentreten und ihre Widerlegung versuchen mögen, ohne

irgend etwas Anderes an ihre Stelle setzen zu können. Wenn ich nun heute diesen Versuch hier wage, so geschieht es, weil einige, vor zehn Jahren in der „Generellen Morphologie“ niedergelegte Keime sich inzwischen zu einer eigenen Hypothese entwickelt haben, welche mir mehr innere Wahrscheinlichkeit als die Pangenesis zu besitzen scheint und von der ich selbst hoffen zu dürfen glaube, dass sie sich zum Range einer genetischen Molecular-Theorie wird ausbilden lassen. Ich bezeichne diese Hypothese als die „Perigenesis der Plastidule“ oder um eine möglichst entsprechende deutsche Bezeichnung zu versuchen, als die „Wellenzeugung der Lebenstheilchen.“

Um Missverständnisse zu vermeiden und der irrigen, gegen die Kohlenstofftheorie und gegen andere meiner theoretischen Speculationen geltend gemachten Ansicht vorzubeugen, dass ich ein neues „Dogma“ in die Naturwissenschaft einführen wolle, bemerke ich zum voraus, dass ich auch diese „Perigenesis der Plastidule“ zunächst nur als eine „provisorische Hypothese“ betrachte; wenngleich ich die Hoffnung hege, dass darin die Keime zu einer umfassenden Theorie liegen, von der aus vielleicht künftig die Gesammtheit der organischen Entwickelungs-Phänomene sich streng mechanisch, aus physikalisch-chemischen Elementar-Vorgängen wird erklären lassen. Zugleich erkläre ich mit Bezug auf *Charles Darwin*, meinen hochverehrten Freund und Meister, dass meine Opposition sich ausschliesslich auf seine „Pangenesis“ bezieht, während ich seine übrigen theoretischen Anschauungen — insbesondere sein eigenstes Werk, die Selectionstheorie mit

ihren Consequenzen — nach wie vor vollständig theile und nach Kräften vertrete. Diese Erklärung ist sicher überflüssig gegenüber *Darwin* selbst. Denn der grosse britische Naturforscher, der eine neue und unendlich fruchtbare Epoche der Biologie einleitete, und dem ich selbst die grösste Anregung für meine Arbeiten verdanke, ist viel zu fest von meiner aufrichtigen Dankbarkeit und treuen Hingebung überzeugt, als dass er durch meine Bekämpfung der Pangenesis und die Gegenüberstellung der Perigenesis irgendwie daran irre gemacht werden könnte. Dagegen erscheint diese Erklärung wohl geboten durch die Taktik zahlreicher Gegner der Descendenz-Theorie, welche jede, im Lager ihrer Anhänger auftretende Meinungsdifferenz mit Freuden als Zeichen ihrer inneren Unsicherheit begrüssen. Ich hebe daher nochmals ausdrücklich hervor, dass *Darwin*'s Selections-Theorie und die durch letztere neu begründete Descendenz-Theorie nach meiner Ueberzeugung unerschütterlich feststehen und durch die hier folgenden speculativen Erörterungen nicht im Mindesten bedroht werden. Hier handelt es sich blos um eine Hypothese zur mechanischen Erklärung der elementarsten Entwickelungs-Vorgänge. Mag die Pangenesis oder mag die Perigenesis richtig sein, oder mögen beide falsch sein, die Descendenz-Theorie von *Lamarck* und die Selections-Theorie von *Darwin* werden dadurch nicht im Geringsten erschüttert.

Zur Begründung unserer Perigenesis gehen wir von derjenigen Anschauung der organischen Welt aus, welche sich unmittelbar auf die Natur ihrer erkennbaren Elementartheile stützt und welche in der herrschenden Zellen-

Theorie ihren umfassendsten Ausdruck findet. Seitdem die Zellen-Theorie im Jahre 1838 hier in Jena durch den genialen Botaniker *Schleiden* für das Pflanzenreich begründet und im folgenden Jahre von *Schwann* auf das Thierreich ausgedehnt wurde, gilt dieselbe in der Botanik wie in der Zoologie, in der Morphologie wie in der Physiologie der Organismen mit vollem Rechte als die feste Basis und als der unerschütterliche Ausgangspunkt für jede elementare Untersuchung. Wie sehr auch der Begriff der „Zelle“ in den seither verflossenen 38 Jahren sich veränderte, wie grossartig auch die Zellen-Theorie im Inneren überall ausgebaut und im Aeusseren erweitert wurde, ihr Grundgedanke ist unverändert derselbe geblieben und hat sich zu immer höherer Geltung erhoben. Dieser Grundgedanke liegt darin, dass wir die mikroskopischen Zellen als selbstständige Lebewesen, als physiologisch und morphologisch autonome Organismen anzusehen haben; *Brücke* hat sie deshalb passend als Elementar-Organismen bezeichnet, *Virchow* als Lebensheerde, *Darwin* als Lebenseinheiten; mit Beziehung auf die übergeordneten Stufen der organischen Individualität (Organ, Person Stock) habe ich sie in der generellen Morphologie als „Individuen erster Ordnung“ unten an die Basis der anatomischen Individualitätslehre gestellt. Vor allen anderen Naturforschern hat *Rudolf Virchow* das bleibende Verdienst, in diesem Sinne die Zellenlehre nach allen Richtungen hin durchgeführt und durch seine „Cellular-Pathologie“ der neueren Medicin die feste histologische Basis gegeben zu haben; und wenn ich selbst zum elementaren Ausbau der Entwickelungslehre Einiges beitragen

konnte, so danke ich es zum grossen Theile den cellularbiologischen Anschauungen, mit denen mich der Unterricht *Virchow*'s vor zwanzig Jahren in Würzburg durchdrungen hat. Seiner Anschauung folgend betrachte ich jeden höheren Organismus als eine organisirte sociale Einheit, als einen Staat, dessen Staatsbürger die einzelnen Zellen sind. Wie in jedem civilisirten Staate die einzelnen Staatsbürger zwar bis zu einem gewissen Grade selbstständig, aber zugleich durch die Arbeitstheilung von einander abhängig und den Gesetzen des Ganzen unterworfen sind, so geniessen auch im Körper jedes höheren Thieres und jeder höheren Pflanze die zahllosen mikroskopischen Zellen zwar bis zu einem gewissen Grade ihre individuelle Selbstständigkeit, sind aber ebenso durch die Arbeitstheilung ungleichartig ausgebildet und von einander abhängig; zugleich werden sie durch die Gesetze des centralisirten Ganzen mehr oder minder beherrscht. Dieser vollkommen zutreffende und oft angewendete politische Vergleich ist kein entferntes Sinnbild, sondern beansprucht reale Geltung; die Zellen sind wirkliche Staatsbürger. Er kann auch noch weiter dahin ausgedehnt werden, dass wir den straffer centralisirten Thierkörper als eine Zellen-Monarchie, den weniger centralisirten Pflanzenorganismus als eine Zellen-Republik betrachten. Wie uns die vergleichende Staatswissenschaft in den gegenwärtig noch existirenden Staatenbildungen der Menschheit eine lange Reihe der aufsteigenden Vervollkommnung von den rohen Horden der Wilden bis zum höchst entwickelten Culturstaate vorführt, so zeigt uns auch die vergleichende Anatomie der Thiere und Pflanzen eine lange Stufenleiter

zunehmender Vervollkommnung im Zellen-Staate. Da treffen wir unten, auf der tiefsten Stufe der Association und Gemeindebildung der Zellen, die niederen Algen und Pilze, die Schwämme und Korallen, die mit ihrer geringen Arbeitstheilung und Centralisation sich nicht über den Rang roher Wildenhorden erhoben haben. Hingegen finden wir oben auf der Höhe der Entwickelung die gewaltige Zellen-Republik des Baumes, die bewunderungswürdige Zellen-Monarchie des Wirbelthieres, in welchen die mannigfaltige Ausbildung und Arbeitstheilung der constituirenden Zellen zur Entstehung der verschiedensten Organe Veranlassung gegeben hat, und in welchen die Coordination und Subordination der Stände, das Zusammenwirken für die Wohlfahrt des Ganzen, die Centralisation der Regierung, kurz mit einem Worte die „Organisation", eine erstaunliche Höhe erreicht hat. Gewöhnlich nimmt man irrthümlich an, dieser grosse verwickelte Organismus mit seiner „zweckmässigen Einrichtung" könne nur durch einen vorbedachten Schöpfungsplan ins Leben gerufen sein. Und doch hat sich dieser planvoll organisirte Zellenstaat im Laufe vieler Millionen Jahre ohne vorbedachten „Zweck" ganz ebenso nothwendig durch das Zusammenwirken und die historische Ausbildung der constituirenden Zellen entwickelt, wie sich der menschliche Culturstaat im Laufe weniger Jahrtausende Schritt für Schritt durch die Wechselwirkung und die fortschreitende Arbeitstheilung der Staatsbürger entwickelt hat. Die Culturgeschichte der Menschheit erklärt uns die Organisationsgeschichte der vielzelligen Organismen.

Dieser politische Grundgedanke der Zellen-Theorie, von

dem das ganze Verständniss der Biologie abhängt, wird durch die Entwickelungsgeschichte gerechtfertigt. Jeder höhere und jeder niedere vielzellige Organismus entwickelt sich ursprünglich aus einer einzigen Zelle, aus der Eizelle; und wie wir diesen einzelligen Ursprung an jedem Individuum unmittelbar beobachten können, so dürfen wir ihn für jeden organischen Stamm, für jede Gruppe von stammverwandten Arten unbedenklich annehmen. Die empirisch nachgewiesene einzellige Keimform ist nach unserem biogenetischen Grundgesetze die Wiederholung einer entsprechenden, ausgestorbenen, unbekannten Stammform. Die Beschaffenheit solcher einzelligen Stammformen wird uns wieder vortrefflich erläutert durch die zahlreichen, heute noch lebenden einzelligen Organismen, z. B. die Amoeben, Flagellaten, Diatomeen u. s. w. Das sind wilde Einsiedler, die ihr freies, selbstständiges Leben als Einzelzelle beibehalten und sich nicht zur Association und Staatenbildung entschliessen können.

Festhaltend an diesem cellular-politischen Grundgedanken, der den eigentlichen Schwerpunkt für das Verständniss der Zellen-Theorie bildet, müssen wir nun die wichtigsten Wandelungen kurz berühren, welche die letztere in neuester Zeit erlitten hat. Als folgenschwerster Fortschritt ist da zunächst die Protoplasma-Theorie zu erwähnen, welche zuerst von *Ferdinand Cohn* 1850 aufgestellt, dann von *Max Schultze* 1861 weiter ausgebildet wurde und in England eine ähnliche Formulirung durch *Lionel Beale* 1862 erfuhr. Ausgehend von der Aehnlichkeit, welche unter dem Mikroskope die Structur des gewöhnlichen Pflanzengewebes auf dem Durchschnitte mit einer Bienen-

wabe zeigt, hatte man die selbstständigen aber dicht an einander liegenden Elementartheile des ersteren mit den Honigzellen der letzteren verglichen und danach eben „Zellen“ genannt. Hier wie dort schien die „Zelle“ ein geschlossenes, mit Flüssigkeit erfülltes Säckchen oder Bläschen zu sein. Bald aber zeigte es sich, dass bei sehr vielen Zellen eine äussere, feste, umschliessende Hülle, eine eigentliche Zellmembran, ganz fehlt; und dass die Zelle wesentlich nur aus dem weichen, nicht flüssigen, sondern festflüssigen „Zelleninhalte“, richtiger der eigentlichen „Zellsubstanz“ besteht. Diese Zellsubstanz wird bald ausschliesslich, bald zu ihrem wichtigsten Theile aus einem eiweissartigen Stoffe gebildet, welchen zuerst *Hugo Mohl* erkannte und als Protoplasma, als „das zuerst Gebildete“ bezeichnete. Das Protoplasma oder die eigentliche „Zellsubstanz“ im engeren Sinne ist überall eine stickstoffhaltige Kohlenstoff-Verbindung von sehr verwickelter chemischer Zusammensetzung; sie befindet sich an der lebenden Zelle stets in einem weichen, festflüssigen Dichtigkeits- oder Aggregats-Zustande; was aber das Wichtigste ist, sie erscheint als der eigentliche Träger der Lebens-Erscheinungen, als der active Factor des Zellenlebens: das Protoplasma vollzieht die Functionen der Ernährung und Fortpflanzung, der Empfindung und Bewegung: das Protoplasma ist die eigentliche „Lebens-Substanz“, oder wie *Huxley* sagt: „die physikalische Basis des Lebens.“

Während so das Protoplasma oder „die lebendige Zellsubstanz“ in den Vordergrund der Zellen-Theorie trat, wurden durch diese primäre, active Lebens-Substanz bald alle anderen, noch im entwickelten Organismus be-

findlichen Gewebes-Elemente — insbesondere die Zellmembranen und die Intercellular-Substanzen — als secundäre accessorische Bestandtheile, als passive „Protoplasma-Producte“ in den Hintergrund gedrängt. Nur ein einziger weiterer Bestandtheil machte davon eine wichtige Ausnahme, der schon von *Schleiden* und *Schwann* hervorgehobene Zellkern (Nucleus oder Cytoblastus): ein kleinerer, vom Protoplasma umschlossener Körper, welcher diesem in chemischer und physiologischer Beziehung zwar sehr nahe verwandt, aber doch wesentlich davon verschieden und morphologisch gesondert ist. Früher nur für einen unwesentlichen und oft fehlenden Zellbestandtheil gehalten, stellte sich der Zellkern immer mehr als ein allgemein verbreiteter und höchst wichtiger Zellbestandtheil heraus. Zuletzt ergab sich, dass jede echte Zelle entweder zeitlebens oder doch wenigstens in ihrer frühesten Jugend einen echten Zellkern besitzt und dass dieser mindestens für gewisse Vorgänge des Zellenlebens, insbesondere für die Zelltheilung, eine ebenso grosse oder grössere Bedeutung als das Protoplasma besitzt. Insbesondere haben uns die ausgezeichnet sorgfältigen Untersuchungen der neuesten Zeit von *Eduard Strasburger*, *Oscar Hertwig*, *Leopold Auerbach*, *Otto Bütschli* u. A. darüber die wichtigsten Aufschlüsse gegeben. Ist auch im Einzelnen die wichtige Rolle des Zellenkerns noch nicht ganz festgestellt, so bleibt jetzt doch so viel sicher, dass der Zellenkern mit und neben dem Protoplasma als wichtigster lebendiger Zellbestandtheil im Vordergrund des Zellenlebens steht. Es war daher vollkommen gerechtfertigt, wenn ich in der generellen Morphologie Nucleus und Protoplasma als die beiden wesent-

lichen, zum Begriff der Zelle unentbehrlichen Bestandtheile derselben bezeichnete, und sie als active Zellbestandtheile den passiven „Plasma-Producten“ gegenüberstellte.

Ein weiterer Fortschritt in unserer Erkenntniss der Elementar-Organe wurde durch die Entdeckung der Moneren herbeigeführt. Im Jahre 1864 beobachtete ich im Mittelmeer bei Nizza zum ersten Male einen einfachsten Organismus, dessen ganzer Körper nicht blos während seiner Entwickelung, sondern auch in vollkommen entwickeltem und frei beweglichem Zustande aus einem homogenen und structurlosen Stückchen Protoplasma ohne Kern und ohne alle differenten Formtheile bestand. Dieser „Protogenes primordialis“ führte also zum ersten Male den Beweis, dass es noch einfachere Organismen, als die einzelligen giebt; Lebewesen, deren Körper noch nicht einmal den Formwerth einer einfachsten Zelle erreicht, sondern in sich so gleichartig und homogen erscheint, wie ein Krystall. Schon im folgenden Jahre (1865) wurden zwei ähnliche Organismen von *Cienkowski* im Süsswasser entdeckt und als Vampyrella und Monas (richtiger: Protomonas) beschrieben. Ich fasste darauf in der generellen Morphologie (Bd. I. S. 133; Bd. II. S. 22) diese niedersten Lebewesen, bei denen uns der lebendige Organismus „nicht nur unter der einfachsten wirklich beobachteten Form, sondern auch unter der einfachsten überhaupt denkbaren Form entgegentritt,“ unter dem Namen Moneren (oder „Einfache“) zusammen, und wies auf die hohe Bedeutung hin, welche denselben gegenüber allen anderen Organismen zukommt. Alle anderen Lebewesen, alle Thiere und Pflanzen, und auch alle neutralen Protisten sind aus ver-

schiedenartigen Bestandtheilen zusammengesetzt: selbst die einfachsten von ihnen, die einzelligen Formen, bestehen mindestens aus zwei verschiedenen Theilen, aus dem Protoplasma und dem davon umschlossenen Zellkern. Einzig und allein die Moneren entbehren einer solchen Zusammensetzung vollständig; ihr protoplasmatischer Körper, ein einfachstes lebendiges Schleimkügelchen, hat es noch nicht einmal zur Bildung eines Nucleus gebracht; sie sind in Wahrheit „Organismen ohne Organe.“ Alle Functionen des Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, Empfindung und Bewegung, werden von diesen Moneren ausgeführt, ohne dass irgend welche verschiedenen Theile für diese verschiedenen Thätigkeiten gesondert sind. Jedes Theilchen kann Alles leisten, was das Ganze leistet. Mithin ist hier, wie beim Krystall, jedes kleinste Theilchen der homogenen chemischen Verbindung, jedes Molekül in physiologischer oder physikalisch-chemischer Beziehung gleich dem ganzen Körper. Daher stehen auch die Moneren auf der Grenze zwischen organischer und anorganischer, zwischen sogenannter „lebendiger und todter Natur.“ Daher können sie allein uns auch eine Vorstellung davon geben, wie ursprünglich die erstere aus der letzteren entstanden ist, sie allein können uns das grosse Problem der Entstehung des Lebens lösen. Nur Moneren konnten ursprünglich durch Selbstzeugung oder Autogonie aus anorganischer Materie entstehen (Gen. Morph. V. Capitel).

Die ausserordentlich hohe morphologische und physiologische Bedeutung, welche demgemäss den Moneren zukommt und welche ich schon 1866 in der generellen Morphologie hervorgehoben hatte, führte ich dann weiter

aus in meiner Monographie der Moneren und den daran sich anschliessenden Beiträgen zur Plastiden-Theorie (1868). Besondere Veranlassung dazu gaben mir weitere Beobachtungen über einige neue Moneren, welche ich 1867 an der Küste der canarischen Insel Lanzerote und an der Strasse von Gibraltar anzustellen Gelegenheit hatte. Auch einige Süsswasser-Moneren, welche in der Nähe von Jena leben, und welche später u. A. von *Kleinenberg* untersucht wurden, lieferten weitere Beiträge zur Naturgeschichte dieser einfachsten Organismen. Als merkwürdigstes und wichtigstes von Allen trat dann die Moneren-Masse des Tiefseegrunds hinzu, welche *Huxley* 1868 unter dem Namen Bathybius beschrieb und welche neuerdings wieder (1874) von *Bessels* auf dem Tiefseegrunde des Nordpolar-Meeres, an der Küste von Grönland, lebend beobachtet und mit Bezug auf seine rhizopodenartigen Bewegungen untersucht wurde. Bei den früher beobachteten Moneren erscheint die gleichartige und formlose Protoplasma-Substanz des Körpers meistens in der Weise individualisirt, dass die einzelnen Klumpen derselben ein bestimmtes Grössenmaass durch Wachsthum erreichen und erst, wenn dieses überschritten wird, durch Theilung in zwei oder mehrere Stücke zerfallen. Beim Bathybius hingegen ist noch nicht einmal dieser erste Anfang der Individuation zu bemerken; sein weicher formloser Protoplasma-Leib, der in ungeheuren Massen die tiefsten Abgründe des Meeres bedeckt, erscheint noch nicht individualisirt; die einzelnen Stücke desselben scheinen keine bestimmte Grösse zu erreichen und je nach Umständen sich zu vermehren, d. h. sie zerfallen in beliebige Stücke von ungleicher Grösse, je nachdem das

Wachsthum an dieser oder an jener Anpassungs-Bedingung eine Grenze gefunden hat.

Schon in der generellen Morphologie hatte ich darauf hingewiesen, dass die Moneren (und ebenso auch die sogenannten „kernlosen Zellen“, die anderweitig vorkommen und auf die wir gleich zurückkommen werden) in die Grenzen der bisherigen Zellen-Theorie nicht mehr hineinpassen und dass diese nothwendig einer entsprechenden Erweiterung bedürfe. Denn wenn man den Begriff der „Zelle“ auch noch so sehr beschränken und aller accessorischen Nebendinge, aller unwesentlichen Accidenzen entkleiden will, so bleibt doch zuletzt immer noch die Zusammensetzung aus zweierlei Theilen von verschiedener morphologischer und physiologischer Bedeutung übrig: äussere Zellsubstanz und innerer Zellkern. Die Moneren aber kennen diese Differenz, diese erste Sonderung des Elementar-Organismus noch nicht. Ihr Körper ist also eigentlich weder echtes Protoplasma, noch echter Nucleus; vielmehr ist seine homogene Masse eine eiweissartige Substanz, welche Beider Eigenschaften in sich vereinigt, sie ist gleichzeitig Zellsubstanz und Zellkern; daher wird sie am zweckmässigsten als Lebensstoff oder Bildungsstoff, als Plasson oder Bioplasson bezeichnet. Alle sogenannten „kernlosen Zellen“ aber, alle Elementar-Organismen, deren activer Körper gleich dem der Moneren blos aus Plasson besteht, müssen wir von den echten, kernhaltigen Zellen trennen und diesen als Cytoden gegenübersetzen.

Solche Cytoden kommen auch im Entwicklungskreise anderer Organismen vor. So hat namentlich *Eduard van Beneden* zuerst gezeigt, dass die Keime der einzelligen

Gregarinen in ihrer ersten Jugend ganz einfache Cytoden sind. Die Keimkügelchen derselben bestehen blos aus homogenem Plasson und erst nachträglich erfolgt die Sonderung oder Differenzirung, durch welche der innere Zellkern sich vom äusseren Zellstoff scheidet. Das „Bildende" (Plasson) sondert oder differenzirt sich in das „Erstgebilde" (Protoplasma) und das „Kerngebilde" (Cytoblastus). Weit wichtiger und interessanter aber noch ist die bedeutungsvolle Thatsache, dass auch jeder höhere Organismus im Beginne seiner individuellen Entwicklung vorübergehend auf der Cytoden-Stufe sich befindet. Entweder schon vor der Befruchtung oder unmittelbar nach derselben verliert die weibliche Eizelle ihren Kern. Der Befruchtungsact selbst besteht in der Verschmelzung dieser „kernlosen Eizelle" mit der männlichen Spermazelle oder Samenzelle. Auch der Kern der letzteren löst sich in der Mischung ganz oder doch grösstentheils auf. Das Product dieser Verschmelzung ist aber zunächst nicht eine echte Zelle, sondern eine Cytode. Da diese kernlose Cytode, mit der eigentlich erst der erzeugte Organismus seine individuelle Existenz beginnt, nach dem biogenetischen Grundgesetze eine durch Vererbung bedingte Wiederholung der uralten Moneren-Stammform ist, so habe ich diese entsprechende Keimform als „Monerula" bezeichnet. Erst nachträglich sondert sich das Plasson dieser Monerula wieder in zwei verschiedene Substanzen: ein Theil der inneren Moleküle gestaltet sich zum Zellkern (Nucleus) und sondert sich von der umgebenden Zellsubstanz (Protoplasma); so entsteht aus der ersten Cytode die erste Zelle. Offenbar sind sowohl die Lebenserscheinungen jener selbst-

ständigen Moneren als auch diese ersten histologischen Sonderungs-Vorgänge bei der individuellen Entwickelung der höheren Organismen von fundamentaler Bedeutung. Ebenso die Physiologie wie die Morphologie, ebenso die Phylogenie wie die Ontogenie können daraus die wichtigsten Schlüsse ziehen. Denn sie zeigen uns erstens, wie das Leben anfänglich mit der Bildung einer homogenen, form- und structurlosen Masse beginnt, die in sich so gleichartig ist, wie ein Krystall; sie erläutern uns zweitens, wie eine solche Cytode trotz des Mangels aller Organe doch sämmtliche „Lebens-Erscheinungen“: Ernährung und Fortpflanzung, Empfindung und Bewegung zu vollziehen im Stande ist; sie liefern uns damit drittens den klaren Beweis, dass das „Leben“ auch im engeren Sinne nicht an einen bestimmt geformten und morphologisch gesonderten Körper mit verschiedenen Organen, sondern an eine formlose Substanz von bestimmter physikalischer Beschaffenheit und chemischer Zusammensetzung gebunden ist; und sie lehren uns viertens, wie eine solche, blos aus Plasson bestehende Cytode sich durch Sonderung von Kern und Protoplasma in eine echte „Zelle“ verwandeln kann.

Für die Zellen-Theorie ergiebt sich daraus zunächst der wichtige Folgeschluss, dass die „Zelle“ nicht, wie man gewöhnlich annahm, der einfachste, älteste und niederste Elementar-Organismus ist, sondern dass der echten, kernhaltigen „Zelle“ die niedere, kernlose „Cytode“ vorausgehen muss. Cytoden und Zellen sind die beiden Hauptformen der „Elementar-Organismen“ oder „Lebenseinheiten.“ Mit der Cytode, blos aus Plasson bestehend, hat das organische Leben auf unserem Erdball begonnen; indem

sich aus diesem später Protoplasma und Nucleus sonderte, entstand die Zelle. Die Cytode ist die erste und niedere, die Zelle die zweite und höhere Form der Lebens-Einheit. Beide zusammen habe ich in der generellen Morphologie kurz als Bildnerinnen oder Plastiden bezeichnet; denn sie allein sind in Wahrheit die plastischen Künstlerinnen, welche durch ihre Thätigkeit das ganze wundervolle Gebäude des organischen Lebens errichten. Alle organischen Formen verdanken allein der bildenden Thätigkeit der mikroskopischen Plastiden ihre Existenz. So erweitert sich die Zellen-Theorie zur Plastiden-Theorie. (Vergleiche meine biologischen „Studien über Moneren und andere Protisten". 1870.)

Wenn demnach jetzt der weitere Begriff der Plastide an die Stelle des engeren Zellenbegriffes tritt, und wenn somit das ganze geheimnissvolle Problem des „Lebens" auf die elementare chemische Thätigkeit des Plasson zurückgeführt wird, so muss unsere nächste Aufgabe sein, eine möglichst erschöpfende Kenntniss von der Natur dieses wichtigsten „Lebensstoffes", dieser wahren „physikalischen Lebens-Grundlage" zu erlangen. Zunächst erscheint hier die Chemie berufen, uns Aufschlüsse über die quantitative Zusammensetzung und die qualitativen chemischen Eigenschaften des Plasson zu geben. Leider steht aber unsere chemische Kenntniss des Plasson in umgekehrtem Verhältniss zu seiner ausserordentlichen Bedeutung. Nicht, dass es an zahlreichen und emsigen Versuchen gefehlt hätte, die räthselhaft chemische Constitution der zahlreichen Modificationen des Plasson, des Protoplasma und des Nucleus zu entschleiern. Aber die Schwierigkeiten, die sich

diesen Versuchen entgegenstellen, sind ganz ungewöhnliche und zum Theil unüberwindliche. Zunächst ist es schon unmöglich, irgend ansehnliche Quantitäten von Plasson in chemisch reinem Zustande zu isoliren und zu untersuchen, weil sowohl das einfache Plasson der Cytoden, als das Protoplasma und der Nucleus der Zellen mit anderen, von ihnen gebildeten Substanzen zu innig gemengt und in einzelnen kleinen Quantitäten überall zwischen die anderen Gewebstheile (z. B. Zell-Membranen, Intercellularsubstanzen) eingestreut und verwebt sind. Sodann sind aber auch die sämmtlichen Plasson-Modificationen in noch höherem Maasse, als die nächstverwandten übrigen Eiweisskörper, zersetzlich und veränderlich. Und was vor Allem in Betracht zu ziehen ist, die Modificationen und Varietäten der Plasson-Körper sind zwar unendlich zahlreich und mannigfaltig, schwanken aber doch innerhalb verhältnissmässig geringer Breitegrade in Bezug auf die quantitative Zusammensetzung. Die groben und rohen Erkenntnissmittel der heutigen Chemie sind der Lösung einer so feinen und schwierigen Aufgabe nicht entfernt gewachsen. Jene grenzenlose Variabilität aber, in Verbindung mit ihrer leichten Zersetzbarkeit und mit der Beweglichkeit der Atome in den Plasson-Molekülen, ist von der grössten Bedeutung für die Entwickelungslehre. Denn sie erklärt uns, wie das Plasson durch die unendlich mannigfaltigen physikalisch-chemischen Einwirkungen der Aussenwelt, die bei der Ernährung stattfinden, unendlich mannigfaltige leichte Abänderungen erleiden und demgemäss die verschiedensten organischen Formen hervorbringen kann.

Vom physiologisch-chemischen Gesichtspunkte aus ist es daher gestattet, die sämmtlichen Plasson-Körper als eine einzige grosse Gruppe nächstverwandter Verbindungen anzusehen und als Plasson-Gruppe zusammenzufassen. In dieser würden vielleicht zu unterscheiden sein: 1. das Archiplasson als die älteste, unmittelbar durch Autogonie ursprünglich entstandene „Lebenssubstanz"; 2. das Monoplasson als die Körpersubstanz der heute noch lebenden Cytoden, die wahrscheinlich von jenem Archiplasson mehr oder minder abweicht; 3. das Protoplasma oder die eigentliche „Zellsubstanz" und 4. das Nuclein oder Coccoplasma, die Kernsubstanz, wie man die gesammte, chemisch differente, stoffliche Grundlage des Zellenkerns oder Nucleus nennen kann. Obwohl unter sich nächst verwandt und durch die innigsten Beziehungen verbunden, erscheinen dennoch Protoplasma und Coccoplasma wesentlich verschieden und besitzen charakteristische, zum Theil entgegengesetzte Eigenschaften, welche in dem Archiplasson und Monoplasson noch nicht gesondert sind.

Alles Wesentliche nun, was wir bisher von der Plasson-Gruppe wissen, lässt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen. Die Plasson-Gruppe bildet einen Theil der grösseren Gruppe der Eiweissstoffe (Protein-Körper oder Albuminate). Gleich den übrigen Eiweiss-Körpern sind auch die Plasson-Körper durch ausserordentlich verwickelte atomistische Zusammensetzung ausgezeichnet. Immer sind wenigstens fünf Elemente in jedem Molekül vereinigt und zwar durchschnittlich in folgender procentischer Zusammensetzung: 52—55 Procent Kohlenstoff,

6 — 7 Procent Wasserstoff, 15 — 17 Procent Stickstoff, 21 — 23 Procent Sauerstoff und 1 — 2 Procent Schwefel. Die Art und Weise, in welcher die Atome dieser Elemente in jedem Plasson-Molekül zur Bildung einer chemischen Einheit zusammentreten, ist offenbar eine höchst verwickelte und eigenthümliche, und steht in directem Causal-Zusammenhang mit den Lebenseigenschaften dieser wichtigsten Verbindung. Denn die Summe von physikalischen und chemischen Processen, welche wir mit einem Worte „Leben“ nennen, ist offenbar in letzter Instanz durch die Molecular-Structur des Plasson bedingt, und diese ist wiederum nach unserer Kohlenstoff-Theorie zurückzuführen auf die einzigen und höchst merkwürdigen Fähigkeiten des Kohlenstoffs, mit den anderen genannten Elementen die verwickeltsten und zersetzlichsten Verbindungen einzugehen. Mit vollem Rechte hat die neuere Chemie die gesammte Lehre von den sogenannten „organischen“ Stoffen oder die früher sogenannte „organische Chemie“ prägnant als „die Chemie der Kohlenstoff-Verbindungen“ bezeichnet. Mit demselben Rechte aber betrachte ich die chemische und physikalische Natur des Kohlenstoffs als die letzte Ursache der Eigenthümlichkeiten, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, oder mit einem Worte als den letzten Grund des „Lebens“. Wenn man diese „Kohlenstoff-Theorie“ als ein willkürliches und phantastisches Dogma verwirft, so leugnet man damit den Causal-Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution des Plasson und den physikalischen Vorgängen, die wir mit einem Worte als dessen „Lebensthätigkeit“ bezeichnen.

Unter den physikalischen Eigenschaften des Plasson ist vor allen sein starkes Quellungs-Vermögen oder die Imbibitionskraft hervorzuheben, die Fähigkeit, Wasser in wechselnder und oft höchst beträchtlicher Quantität aufzunehmen und gleichmässig zwischen seinen Molekülen zu vertheilen. Daraus resultirt der eigenthümliche, weiche Dichtigkeitszustand aller lebenden Gewebe, den wir als den festflüssigen Aggregatzustand bezeichnen. Er erscheint als eine nothwendige Vorbedingung aller der verwickelten Molekularbewegungen, als deren Gesammtresultat das „Leben" sich darstellt. Die Leichtigkeit, mit welcher das Plasson unter verschiedenen äusseren Existenz-Bedingungen Wasser und wässerige Lösungen aufnimmt und abgiebt, ist dabei von besonderer Bedeutung, und nicht minder die ausserordentliche Neigung der meisten Plasson-Arten, sich mit anderen Kohlenstoffverbindungen (z. B. mit Fetten) sowie mit Salzen zu vermengen. Offenbar beweisen diese und viele andere Eigenthümlichkeiten der Plasson-Gruppe, dass wir es hier mit Kohlenstoffverbindungen zu thun haben, deren Moleküle sich durch eine ganz ungewöhnliche Beweglichkeit und Unbeständigkeit, Zersetzbarkeit und vielseitige Wahlverwandtschaft vor allen anderen auszeichnen. Diese „Plasson-Moleküle" sind es ja überhaupt, welche sich bei jeder tieferen Untersuchung jener elementaren Verhältnisse in den Vordergrund drängen und welche wir auch bei unserer Perigenesis als die eigentlichen activen Elementar-Factoren auf das Genaueste in's Auge zu fassen haben.

Die Plasson-Moleküle oder die Plastidule, wie wir sie mit *Elsberg* kurz bezeichnen wollen, besitzen zu-

nächst alle die Eigenschaften, welche die Physik den hypothetischen Molekülen oder den „zusammengesetzten Atomen“ überhaupt zuschreibt. Mithin ist ein jedes Plastidul nicht weiter in kleinere Plastidule zerlegbar, sondern kann nur noch in seine constituirenden Atome zerlegt werden, und zwar in Atome jener fünf vorher genannten Elemente. Die Plastidule sind wahrscheinlich stets von Wasserhüllen umgeben und die grössere oder geringere relative Dicke dieser Wasserhüllen, die zugleich die benachbarten Plastidule scheiden und verbinden, bedingt den weicheren oder festeren Zustand des gequollenen Plasson. Wahrscheinlich sind die Plastidule so klein, dass das kleinste Plasson-Stück, welches wir noch mit Hülfe unserer schärfsten Mikroskope erkennen können, ungeheure Mengen von Plastidulen enthält. Was vom ursprünglichen einfachen Plasson oder „Archiplasson“, das gilt natürlich auch im Allgemeinen von dem Protoplasma und dem Coccoplasma, welche durch Sonderung aus ersterem entstanden sind. Man kann der Kürze halber die Protoplasma-Moleküle als „Plasmodule“ und die Nucleus-Moleküle als „Coccodule“ bezeichnen. Dieselben physikalischen Eigenschaften und physiologischen Functionen, welche im homogenen Plasson der Cytoden die gleichartigen Plastidule zeigen, dieselben finden wir in den Zellen auf die Plasmodule und die Coccodule vertheilt. Die Plasmodule und Coccodule sind ja erst durch Sonderung oder Differenzirung aus den Plastidulen entstanden.

Ausser den allgemeinen physikalischen Eigenschaften, welche die heutige Physik und Chemie den Molekülen der Materie im Allgemeinen zuschreibt, besitzen nun die

Plastidule noch besondere Attribute, welche ihnen ausschliesslich eigenthümlich sind, und das sind, ganz allgemein gesagt, die Lebens-Eigenschaften, durch welche sich überhaupt das Lebendige vom Todten, das Organische vom Anorganischen in der hergebrachten Anschauung unterscheidet. Jede genauere und tiefer gehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane, die sich auf die breite empirische Basis der neuerdings ermittelten Thatsachen stützt, vor Allem die unbefangene Vergleichung der Moneren und der Krystalle, lehrt uns nun aber, dass die Kluft zwischen diesen beiden Hauptgruppen von Naturkörpern viel geringer ist, als man gewöhnlich annimmt. Ich kann in dieser Beziehung auf die ausführliche Vergleichung der Organismen und Anorgane verweisen, welche ich im fünften Capitel der generellen Morphologie gegeben habe (Bd. I., S. 111—166). Viele Eigenschaften, welche die hergebrachte oberflächliche Naturauffassung nur den Organismen zuschreibt, kommen eben so gut auch den Anorganen zu und sind in der That Gemeingut aller Naturkörper — oder um uns genauer auszudrücken: Gemeingut aller Atome, aller der kleinsten discreten Körpertheilchen, welche die neuere Chemie einstimmig als die letzten Bestandtheile aller Körper betrachtet.

Gleichviel, wie im Einzelnen auch die Ansichten der Chemiker und Physiker über die Natur der Atome und des zwischen den Massen-Atomen befindlichen Aethers auseinander gehen, gewisse elementare Ansichten über ihre nothwendige Beschaffenheit haben heute allgemeine Geltung erlangt. Wir müssen darnach annehmen, dass die Atome kleinste discrete Massen-Theilchen von unver-

änderlicher Beschaffenheit und durch den hypothetischen Aether von einander getrennt sind. Jedes Atom besitzt eine inhärente Summe von Kraft und ist in diesem Sinne „beseelt." Ohne die Annahme einer „Atom-Seele" sind die gewöhnlichsten und allgemeinsten Erscheinungen der Chemie unerklärlich. Lust und Unlust, Begierde und Abneigung, Anziehung und Abstossung müssen allen Massen-Atomen gemeinsam sein; denn die Bewegungen der Atome, die bei Bildung und Auflösung einer jeden chemischen Verbindung stattfinden müssen, sind nur erklärbar, wenn wir ihnen Empfindung und Willen beilegen. Worauf anders beruht denn im Grunde die allgemein angenommene chemische Lehre von der Wahlverwandtschaft der Körper, als auf der unbewussten Voraussetzung, dass in der That die sich anziehenden und abstossenden Atome von bestimmten Neigungen beseelt sind, und dass sie, diesen Empfindungen oder Trieben folgend, auch den Willen und die Fähigkeit besitzen, sich zu einander hin und von einander fort zu bewegen? Was *Goethe* in seinen „Wahlverwandtschaften" über diese Verhältnisse sagt und von dem elementaren Seelenleben der Atome auf das höchst zusammengesetzte Seelenleben des Menschen überträgt, das besitzt volle Wahrheit; und wenn in diesem classischen Roman die „Wahlverwandtschaft" als die eigentliche Triebfeder der menschlichen Handlungen und der aus ihnen zusammengesetzten „Weltgeschichte" hingestellt wird, so ist damit von dem grossen Denker und Dichter in tiefsinnigster Weise die mechanische Natur auch der verwickeltsten organischen Processe treffend angedeutet.

Wenn der „Wille" des Menschen und der höheren

Thiere frei erscheint, im Gegensatz zu dem „festen“ Willen der Atome, so ist das eine Täuschung, hervorgerufen durch die höchst verwickelte Willensbewegung der ersteren im Gegensatze zu der höchst einfachen Willensbewegung der letzteren. Die Atome wollen überall und jederzeit Dasselbe, weil ihre Neigung dem Atom jedes anderen Elementes gegenüber eine constante und unabänderlich bestimmte ist; jede ihrer Bewegungen ist daher determinirt. Hingegen erscheint die Neigung und willkürliche Bewegung der höheren Organismen frei und unabhängig, weil in dem unaufhörlichen Stoffwechsel derselben die Atome beständig ihre gegenseitige Lage und Verbindungsweise verändern, und daher das Gesammtresultat aus den zahllosen Willensbewegungen der constituirenden Atome ein höchst zusammengesetztes und unaufhörlich wechselndes ist. Daher sind wir „ein Spiel von jedem Druck der Luft“.

Indem wir so von dem mechanischen Standpunkte des Monismus aus alle Materie als beseelt, jedes Massen-Atom mit einer constanten und ewigen Atom-Seele ausgerüstet uns vorstellen, fürchten wir nicht den Vorwurf des Materialismus auf uns zu laden. Denn dieser unser monistischer Standpunkt ist ebenso weit von einseitigem Materialismus, wie von leerem Spiritualismus entfernt. Ja wir können in ihm allein die Versöhnung der rohen atomistischen und der inhaltsleeren dynamischen Weltanschauung finden, die sich bisher so heftig bekämpft haben und die in ihrer Einseitigkeit Beide dualistisch sind. Wie die Masse des Atoms unzerstörbar und unveränderlich, so ist auch die damit untrennbar verbundene Atom-Seele ewig und unsterblich. Vergänglich und sterb-

lich sind nur die zahllosen und ewig wechselnden Verbindungen der Atome, die unendlich mannigfaltigen Modalitäten, in denen sich die Atome zur Bildung von Molekülen, die Moleküle zur Bildung von Krystallen und Plastiden, die Plastiden zur Bildung von Organismen vereinigen. Diese monistische Auffassung der Atome allein ist in Einklang mit den grossen Gesetzen von der „Erhaltung der Kraft“ und von der „Erhaltung des Stoffes“, welche die Naturphilosophie der Gegenwart mit Recht als ihre unveräusserlichen Fundamente betrachtet.

Wenn wir demnach alle Materie als beseelt, jedes Atom mit Empfindung und Willen begabt uns vorstellen, so können wir diese beiden Eigenschaften nicht mehr, wie es gewöhnlich geschieht, als ausschliessliche Vorzüge der Organismen betrachten. Wir müssen also nach anderen Eigenschaften suchen, welche die Organismen von den Anorganen, die Plastidule von den übrigen Molekülen unterscheiden und welche das Wesen des „Lebens“ im engeren Sinne bilden. Als wichtigste dieser Eigenschaften erscheint uns die Fähigkeit der Reproduction oder des Gedächtnisses, welche bei jedem Entwickelungs-Vorgang und namentlich bei der Fortpflanzung der Organismen wirksam ist. Alle Plastidule besitzen Gedächtniss; diese Fähigkeit fehlt allen anderen Molekülen.

In einer ausgezeichneten, ebenso tief durchdachten als klar geschriebenen Abhandlung „über das Gedächtniss als eine allgemeine Function der organisirten Materie“ hat 1870 *Ewald Hering* dieses wichtige Verhältniss so vortrefflich erörtert, dass wir hier auf eine eingehende Begründung desselben verzichten und uns einfach auf jene

Abhandlung beziehen können. In der That überzeugt uns jedes tiefere Nachdenken, dass ohne die Annahme eines unbewussten Gedächtnisses der lebenden Materie die wichtigsten Lebensfunctionen überhaupt unerklärbar sind. Das Vermögen der Vorstellung und Begriffbildung, des Denkens und Bewusstseins, der Uebung und Gewöhnung, der Ernährung und Fortpflanzung beruht auf der Function des unbewussten Gedächtnisses, dessen Thätigkeit unendlich viel bedeutungsvoller ist, als diejenige des bewussten Gedächtnisses. Mit Recht sagt *Hering*, „dass es das Gedächtniss ist, dem wir fast Alles verdanken, was wir sind und haben."

Nur in einem Punkte müssen wir von der Darstellung *Hering*'s abweichen oder vielmehr dieselbe schärfer begrenzen. Wir dürfen das Gedächtniss nicht als eine allgemeine Function aller organisirten Materie bezeichnen, sondern nur der wirklich lebenden, des Plasson. Alle Plasson-Producte, alle vom Protoplasma und vom Nucleus gebildeten, selbst aber nicht activ thätigen, organisirten Theile des Organismus entbehren des Gedächtnisses, eben so wie alle anorganischen Materien. Genau genommen ist also, unserer Plastiden-Theorie entsprechend, nur die Gruppe der Plasson-Körper mit Gedächtniss begabt: nur die Plastidule sind reproductiv, und dieses unbewusste Gedächtniss der Plastidule bedingt die charakteristische Molecularbewegung derselben.

Die Unterschiede, welche das Gedächtniss oder die Reproductionskraft der Plastidule zwischen Organismen und Anorganen bedingt, äussern sich zunächst in der verschiedenen Art ihres Wachsthums und diese ist offenbar

durch ihren differenten Aggregatzustand bedingt. Die Anorgane wachsen durch Apposition oder durch äussere Anlagerung der Moleküle, hingegen die Organismen durch Intussusception oder durch innere Einlagerung der Moleküle. Die vollkommenste anorganische Individualität, der Krystall, wächst, indem sich Theilchen an Theilchen äusserlich an den festen, schon bestehenden Krystallkörper ansetzt. Die unvollkommenste organische Individualität, das Moner, wächst, indem Theilchen für Theilchen von aussen in das Innere hineindringt und von dem festflüssigen Plassonkörper „assimilirt" wird. Diese Assimilation beruht darauf, dass zwischen den vorhandenen Plastidulen stets neue Plastidule aus den aufgenommenen Nährflüssigkeiten gebildet werden. Der festflüssige Aggregat-Zustand der organischen Materie ist die Vorbedingung dieses eigenthümlichen Wachsthums, und die Molecular-Structur der Kohlenstoff-Verbindungen ihre wahre Ursache. Dieses Wachsthum durch Intussusception, welches allen Organismen zukommt und allen Anorganen fehlt, erklärt auch zugleich die Ernährung und den Stoffwechsel, durch welches sich die ersteren von den letzteren unterscheiden. Dieses Wachsthum durch Intussusception bedingt endlich vor Allem diejenige „Lebens-Erscheinung", die als der wichtigste Factor der organischen Entwickelung sich geltend macht und die wir daher zunächst besonders betrachten müssen: Die Fortpflanzung und die damit zusammenhängende Vererbung.

Unstreitig ist es die Fortpflanzung, welche vor allen anderen Functionen die Organismen gegenüber den Anorganen charakterisirt. Denn durch die Fortpflanzung

allein, durch die Vererbung die wir nur als eine nothwendige und integrirende Theilerscheinung der Fortpflanzung betrachten, wird die Erhaltung der organischen Arten und Stämme möglich, die in der zusammenhängenden Kettenreihe der Generationen trotz des beständigen Wechsels der Individuen bestehen bleiben. Indem kein Anorgan der Fortpflanzung fähig ist, fehlt der anorganischen Natur überhaupt die Stammesgeschichte, die Phylogenie, welche die organische Welt charakterisirt. Die Fortpflanzungslehre oder die Gonologie ist daher der nothwendige Ausgangspunkt für das Verständniss der Phylogenie.

Was ist Fortpflanzung? Um zu einer richtigen Antwort auf diese wichtige Frage zu gelangen, müssen wir uns vor Allem der gewöhnlichen Anschauung entäussern, als ob die Verbindung der beiden Geschlechter der wichtigste und nothwendigste Vorgang der Fortpflanzung sei. Diese Anschauung, welche sich auf die gewöhnliche Fortpflanzungsweise der Personen beim Menschen und bei den höheren Thieren und Pflanzen gründet, erscheint vollkommen verkehrt, sobald wir an die unendlich häufigeren ungeschlechtlichen Fortpflanzungs - Processe denken, die überall und jederzeit bei der Vermehrung der Plastiden stattfinden. Im Grossen und Ganzen betrachtet, erscheint die geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung mit ihren sonderbaren Eigenthümlichkeiten nur als ein besonderer Fall unter der Menge von Vorgängen, welche wir als Fortpflanzung oder Elternzeugung zusammenfassen und welche zum bei weitem grössten Theile ungeschlechtlich erfolgen. Alle die zahllosen Milliarden von Zellen,

welche den Körper jedes höheren Thieres, jeder höheren Pflanze zusammensetzen, entstehen nicht durch geschlechtliche, sondern durch ungeschlechtliche Zeugung, durch Theilung. Alle oder doch die Meisten von den zahlreichen einzelligen Wesen, die auf der Grenze von Thierreich und Pflanzenreich stehen, und die wir als Protisten zusammenfassen, vermehren sich nicht durch geschlechtliche, sondern durch ungeschlechtliche Zeugung. Aber auch viele höhere Thiere und Pflanzen, die sich der geschlechtlichen Zeugung erfreuen, vermehren sich daneben auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Sporenbildung. Bedenken wir, wie überall und jederzeit Unmassen von Plastiden zu Grunde gehen und von neuen, durch Theilung und Knospung entstandenen ersetzt werden, so liegt es auf der Hand, dass die ungeschlechtliche Fortpflanzung die allgemeine Regel und die geschlechtliche eine verhältnissmässig seltene Ausnahme bildet. Gewiss werden wir eher zu Wenig als zu Viel behaupten, wenn wir annehmen, dass durchschnittlich auf jeden einzelnen geschlechtlichen Zeugungs-Act in der Natur mehr als Tausend, wahrscheinlich mehr als eine Million ungeschlechtliche Zeugungs-Acte kommen.

Nun sind es aber gerade die einfachsten Formen der ungeschlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung, vor allen die Theilung, demnächst die Knospenbildung, welche uns die klarsten Aufschlüsse über das Wesen der Fortpflanzung überhaupt geben und zum Verständniss der viel schwierigeren und verwickelteren geschlechtlichen Fortpflanzung hinführen. Von jenen einfachsten Formen der Monogonie ausgehend, finden wir auf unsere Frage die

einfachste Antwort: Fortpflanzung ist Wachsthum des Individuums über sein individuelles Maass hinaus. Wenn eine einfachste Plastide, ein homogenes Moner, bis zu einer gewissen Grösse herangewachsen ist, so zerfällt der structurlose Plasson-Körper bei fortdauerndem Wachsthum in zwei gleiche Hälften, weil die Cohaesion der Plastidule nicht mehr ausreicht, um die ganze Masse zusammenzuhalten.

Ebenso beruht jede gewöhnliche Zellentheilung wesentlich auf einem fortgesetzten Wachsthum über das individuelle Maass dieser Zelle hinaus. Die merkwürdigen Einzelheiten des Vorganges, durch den hier aus einer Mutterzelle zwei gleiche Tochterzellen entstehen, sind aber erst in neuester Zeit durch *Auerbach*, *Bütschli*, *Hertwig* und *Strasburger* gründlicher studirt worden. Dass in diesen Fällen die beiden unter sich gleichen Tochterzellen die Natur ihrer gemeinsamen Mutterzelle geerbt haben, erscheint selbstverständlich; denn sie sind ja gleiche Theilhälften derselben und die Molecular-Bewegung der Plastidule muss in den ersteren wesentlich dieselbe sein, wie in der letzteren. Die Vererbung erscheint hier als eine einfache und nothwendige Folge der Theilung; und zugleich offenbart sie hier den tiefsten Grund ihres Wesens: die Vererbung ist Uebertragung der Plastidul-Bewegung, Fortpflanzung der individuellen Molecular-Bewegung der Plastidule von der Mutter-Plastide auf die Tochter-Plastide.

Nun sind aber die Bedingungen, unter denen die beiden gleichen Theilhälften ihr individuelles Leben weiterführen, immer mehr oder weniger verschieden; insbesondere sind

die verwickelten Verhältnisse, welche der Kampf um's Dasein für die Plastiden ebenso wie für die ganzen vielzelligen Organismen bedingt, fast immer für jedes Individuum besondere. Indem diese besonderen Existenz-Bedingungen auf den elementaren Organismus einwirken, verändern sie seine ursprüngliche Ernährung und bewirken eine theilweise Abänderung der ursprünglichen Plastidul-Bewegung; diese Abänderung oder Variation nennen wir mit einem Worte: Anpassung. Die Anpassung ist Abänderung der Plastidul-Bewegung, in deren Folge die Plastide neue Eigenschaften erwirbt. Wenn nun späterhin die beiden, durch Theilung einer Plastide entstandenen Tochter-Plastiden wiederum herangewachsen sind und nach Ueberschreitung ihrer individuellen Wachsthumsgrenze abermals durch Theilung in je Zwei zerfallen, so werden diese vier Enkel schon nicht mehr so gleichartig sein, wie ihre beiden Mutter-Plastiden. Zwar werden sie von diesen noch den grössten Theil der Eigenschaften geerbt haben, welche Beide von der Grossmutter überkommen hatten. Daneben wird sich aber auch schon ein Theil der Eigenthümlichkeiten geltend machen, welche jede der beiden Mütter während ihres individuellen Lebens erworben hatte, und endlich wird jede der vier Enkelinnen selbst wieder neue Eigenheiten im Laufe ihrer individuellen Existenz erwerben. Wie gering und unbedeutend nun auch diese neuen Erwerbungen in jedem einzelnen Falle erscheinen mögen, so ist es doch klar, dass sie schliesslich in der langen Kette zahlreicher Generationen sich zu sehr beträchtlichen Abweichungen der Plastidul-Bewegung von derjenigen der ursprünglichen Stammform anhäufen und summiren können.

Die Vererbung der Abänderungen, auf welcher die ganze Stammes-Entwickelung beruht, äussert also schon im Plastiden-Leben ihre volle Wirksamkeit, und erzeugt eine unendliche Menge von individuell verschiedenen Plastidul-Bewegungen; und jede spätere Plastidul-Bewegung — oder mit anderen Worten das Leben jeder späteren Plastide, sei es Cytode oder Zelle — setzt sich demnach zusammen einerseits aus der überwiegenden Reihe der alten Plastidul-Bewegungen, welche durch Vererbung getreu von Generation zu Generation sich erhalten haben, andererseits aus einem geringen Antheil von neuen Plastidul-Bewegungen, welche durch Anpassung erworben wurden. (Vergl. die angehängte Tafel nebst Erklärung.) Alle diese Abänderungen der Plastidule sind natürlich durch Umlagerungen der Atome in denselben bedingt; und bei der unendlich verwickelten und mannichfaltigen atomistischen Zusammensetzung der Plastidule, bei ihrer ausserordentlichen Unbeständigkeit und Neigung zur Zersetzung wird sich hier der Anpassung ein unbeschränktes Feld zur Hervorbringung neuer Formen öffnen.

Indem wir so *Lamarck's* Lehre von der Vererbung der Abänderungen — dieser wichtigsten Voraussetzung von *Darwin's* Selections-Theorie — von den grossen vielzelligen Thieren und Pflanzen, an denen sie uns handgreiflich vor Augen tritt, auf die Plastiden (Cytoden und Zellen) und von diesen wiederum auf die sie zusammensetzenden Plastidule übertragen, machen wir natürlich auch für diese letzteren die Consequenzen geltend, welche für die ersteren sich aus der Selections-Theorie ergeben. Offenbar herrscht „der Kampf um's Dasein unter den Mole-

külen", den *Pfaundler* 1870 zuerst beleuchtete, im eigentlichsten Sinne und vor allen unter den activen Plastidulen. Diejenigen Plastidule, welche den äusseren Existenz-Bedingungen sich am besten anpassen, d. h. welche das von aussen eindringende flüssige Nahrungsmaterial am leichtesten aufnehmen und die dadurch bedingte Umlagerung ihrer Atome am bereitwilligsten vollziehen, werden natürlich die stärkste Assimilation ausüben und so bei der Fortpflanzung der Plastiden das Uebergewicht erlangen.

Die nächste Folge der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Dasein ist die zunehmende Sonderung oder Differenzirung der Formen, welche *Darwin* als „Divergenz des Charakters" bezeichnet. Ihre bekannteste Form ist die Arbeitstheilung oder der Polymorphismus der Personen. Bekanntlich liefert die Arbeitstheilung im Menschenleben den wichtigsten Maassstab für die erreichte Culturstufe und dasselbe gilt von den merkwürdigen Culturstaaten der Ameisen, Bienen, Termiten u. s w. Ferner zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die physiologische „Vollkommenheit" oder die Entwickelungshöhe jedes höheren Thieres und jeder höheren Pflanze durch die Arbeitstheilung ihrer Organe bedingt ist. Die verwickelte Maschinerie, welche z. B. das höhere Wirbelthier mit seinen Nerven und Sinnesorganen, Muskeln und Knochen, Darm und Blutgefässen, Drüsen und Geschlechtsorganen bildet, ist durch die ausserordentlich weit vorgeschrittene, aber im Kampf um's Dasein stufenweis und langsam erworbene Arbeitstheilung dieser Organe und ihrer einzelnen Stücke bestimmt.

Nun beruht aber die Arbeitstheilung der Organe wiederum

auf derjenigen der Plastiden, der Cytoden und Zellen. Die verschiedenen Gewebe, welche jenen Organen ihre physiologischen Eigenthümlichkeiten verleihen, sind aus verschiedenen Zellenarten zusammengesetzt, aus Nervenzellen, Muskelzellen, Knochenzellen, Drüsenzellen, Darmzellen, Geschlechtszellen u. s. w. Wie alle diese verschiedenen Zellen-Species durch Arbeitstheilung aus einer einzigen, einfachen, ursprünglichen Zellenform phylogenetisch entstanden sind, das zeigt uns noch heute die individuelle Entwickelung jedes höheren Thier-Eies. Denn die befruchtete Eizelle zerfällt zunächst durch wiederholte Theilung in eine grosse Anzahl von ganz einfachen gleichartigen Zellen. Aus diesen „Morula-Zellen“ gehen dann die beiden primären Keimblätter der Gastrula hervor, und diese Sonderung in zwei verschiedene Zellenschichten ist der erste Anfang der histologischen Arbeitstheilung. Indem dann die Zellen des äusseren Keimblattes oder die Exoderm-Zellen weiterhin in Hautzellen, Nervenzellen, Muskelzellen u. s. w. sich sondern, und indem aus den Zellen des inneren Keimblattes oder den Entoderm-Zellen durch Differenzirung die Darmzellen, Drüsenzellen u. s. w. entstehen, erfolgt die Gewebebildung oder die histologische Differenzirung, auf der die Ausbildung der verschiedenen Organe beruht. Aber die ontogenetische Arbeitstheilung der Zellen, wie wir sie so an jedem Thier-Ei Schritt für Schritt unter dem Mikroskop verfolgen können, ist nur die rasche, nach dem biogenetischen Grundgesetze erfolgende Wiederholung der langsamen phylogenetischen Gewebebildung, wie sie durch die active Arbeitstheilung der Zellen ursprünglich bedingt wurde.

Wie ist nun aber diese Arbeitstheilung der Plastiden möglich? Offenbar nur durch die bedingende Arbeitstheilung der Plastidule. Denn ganz in derselben Weise und ganz nach denselben Gesetzen, nach denen der Culturstaat durch die Arbeitstheilung der Staatsbürger, die hohe Organisation des menschlichen Körpers durch diejenige seiner Organe und diese wieder durch die Arbeitstheilung der sie zusammensetzenden Zellen bedingt ist, ganz in derselben Weise wird auch diese letztere durch die Arbeitstheilung der Plastidule bewirkt und ganz nach denselben Gesetzen ist auch diese durch die Wechselwirkung von Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein entstanden. Die morphologischen und physiologischen Eigenthümlichkeiten, durch welche jede Nervenzelle, jede Muskelzelle, jede Darmzelle u. s. w. als solche charakterisirt ist, sind einzig und allein dadurch bedingt, dass ihre constituirenden Plastidule sich mehr oder weniger gesondert oder differenzirt und so verschiedene Plasson-Arten hervorgebracht haben. Wie verwickelt und wie verschiedenartig aber auch die Molecular-Structur des Plasson und seine Verbindung mit verschiedenartigen Plasson-Producten in den genannten Zellen-Arten sein mag, dennoch stammen sie nachweislich alle von den gleichartigen Morula-Zellen ab, wie diese von der befruchteten Eizelle. Die phylogenetische ursprüngliche Arbeitstheilung der Plastidule wird so nach dem biogenetischen Grundgesetze noch heute in der ontogenetischen Differenzirung der Plastiden-Moleküle wiederholt.

Eine besondere Form dieser histologischen Arbeitstheilung verdient hier unsere nähere Beachtung: das ist die geschlechtliche Sonderung, die sexuelle Differen-

zirung. Wie schon vorher bemerkt, besitzt die geschlechtliche Zeugung nicht entfernt die hohe allgemeine Bedeutung, welche man ihr noch heute in den weitesten Kreisen zuschreibt; und das ist um so mehr hervorzuheben, als einerseits dieselbe vorzugsweise gern mit dem mystischen Schleier eines übernatürlichen oder höchst geheimnissvollen Vorganges verhüllt wird, und als andererseits sogar viele hervorragende Naturforscher die Bedeutung dieser Erscheinung für die Entwickelungslehre ganz unverhältnissmässig überschätzen. Da ist denn zunächst ausdrücklich hervorzuheben, dass erstens eine grosse Menge von niedersten Organismen, namentlich die bunte Masse der Protisten, viele Protophyten und Protozoen, die geschlechtliche Zeugung überhaupt nicht kennen, sondern sich ausschliesslich auf ungeschlechtlichem Wege fortpflanzen, (vorzugsweise durch einfache Theilung, ausserdem auch durch Knospenbildung und Sporenbildung). Zweitens ist zu bemerken, dass eine scharfe Grenze zwischen geschlechtlicher Zeugung (Amphigonie) und ungeschlechtlicher Zeugung (Monogonie) nicht besteht, wie schon die unbeständige Conjugation und Copulation bei vielen jener niedersten Organismen beweist. Drittens ist sehr lehrreich die zerstreute Verbreitung der Jungfernzeugung oder Parthenogenesis bei sehr verschiedenen Gruppen von höheren Thieren und Pflanzen; offenbar stammen diese von Vorfahren ab, welche geschlechtlich differenzirt waren; im Laufe der Zeit ist das männliche Geschlecht wieder entbehrlich geworden und verloren gegangen. Nicht minder lehrreich ist viertens die häufige Verknüpfung der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Zeugung im Generationswechsel einer und derselben Species.

Fünftens endlich verliert der wesentliche Vorgang der geschlechtlichen Zeugung alles Wunderbare und Räthselhafte, sobald wir von allen unwesentlichen und secundären Zuthaten absehen, und nur den histologischen Kern des Processes scharf in's Auge fassen. Denn dann ist die geschlechtliche Zeugung weiter Nichts, als die Verwachsung zweier Plastiden, welche durch weitgehende Arbeitstheilung ihrer Plastidule sich sehr verschiedenartig entwickelt haben.

In der That wird so das dunkle Mysterium der geschlechtlichen Fortpflanzung in der einfachsten Weise aufgeklärt, und das „wunderbare Räthsel" der weltbewegenden Liebe in der nüchternsten Form gelöst. Natürlich müssen wir dabei ganz absehen von allen jenen mannichfaltigen und merkwürdigen Geschlechts-Einrichtungen, welche erst langsam und allmählich von den höheren Thieren und Pflanzen theils unter dem allgemeinen Einflusse der natürlichen Züchtung, theils durch die besondere Wirksamkeit der geschlechtlichen Zuchtwahl erworben wurden. Ursprünglich finden wir weiter Nichts als zweierlei verschiedene Zellen: weibliche Eizellen und männliche Spermazellen. Diese entstehen oft nicht einmal in besonderen Organen, sondern liegen einzeln zerstreut in anderen Geweben, die Eizellen zwischen den Epithel-Zellen des Darms, die Spermazellen zwischen den Epidermiszellen der Haut: so bei den Gastraeaden, Spongien, vielen Hydroiden u. s. w. Der ganze Vorgang der sexuellen Verbindung beschränkt sich hier darauf, dass diese beiderlei Zellen, aus dem Verbande des vielzelligen Organismus abgelöst und zufällig im Wasser zusammengekommen, sich an einander legen

und mit einander zu einer einzigen Plastide verschmelzen. Die innige Neigung, welche durch die chemische „Wahlverwandtschaft“ der beiden liebenden Zellen bedingt ist, führt beide nothwendig zusammen. Die neu entstandene Zelle ist das Kind der mütterlichen Eizelle und der väterlichen Spermazelle: sie besteht aus den vereinigten Körpern Beider. Verfolgen wir diesen höchst wichtigen, aber auch höchst einfachen Fundamental-Process der Amphigonie noch weiter, so finden wir, dass dabei eine völlige und innige Mengung der Plastidule stattfindet, eine vollständige Verbindung der verschiedenen Molekular-Bewegungen in beiden Plastiden. Dabei scheint gewöhnlich dem Verschmelzungsprocess der beiderlei Geschlechtszellen die theilweise oder vollständige Auflösung ihres Kernes vorauszugehen (— in anderen Fällen vielleicht erst nachzufolgen —), so dass also das neuerzeugte Individuum zunächst keine Zelle, sondern eine Cytode ist, und sich erst durch Neubildung eines Kernes wieder zur Zelle gestaltet. Wir haben jene Cytode als „Monerula“, diese erste Zelle als „Cytula“ bezeichnet. Offenbar ist die individuelle Plastidul-Bewegung, welche dieser ersten Plastide innewohnt, und welche deren ganze weitere Entwickelung bedingt, die Resultante aus den beiden verschiedenen Plastidul-Bewegungen der weiblichen Ei-Plastide und der männlichen Sperma-Plastide. Wenn wir letztere als die beiden Seiten im Parallelogramm der Kräfte betrachten, so ist die Plastidul-Bewegung der Monerula und der daraus hervorgehenden Cytula deren Diagonale. Daraus erklärt sich auch ganz einfach die Thatsache der beiderseitigen oder amphigonen Vererbung, die Thatsache, dass das Kind zahlreiche Eigen-

schaften von beiden Eltern erbt. Die kindliche Lebens-Bewegung ist die Diagonale zwischen der mütterlichen und der väterlichen Lebens-Bewegung.

Rein morphologisch betrachtet, ist jene Vermischung der beiderlei Geschlechtszellen, welche einzig und allein das Wesen der geschlechtlichen Zeugung bedingt, durchaus kein ganz absonderlicher Vorgang; vielmehr fällt er unter den weiteren Begriff der Verwachsung oder Concrescenz der Plastiden, einen histologischen Vorgang, den wir auch sonst in vielen verschiedenen Modificationen sehr verbreitet antreffen; z. B. bei der Plasmodium-Bildung von Moneren und Mycomyceten, bei der Bildung netzförmiger Gewebe (Verschmelzung sternförmiger Muskelzellen, Nervenzellen, Bindegewebszellen u. s. w.). Besonders lehrreich ist aber dafür die sogenannte Copulation oder Conjugation zweier anscheinend gleichartiger Zellen, welche bei vielen Protisten (Protophyten und Protozoen) der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Theilung vorausgeht (Gregarinen, Infusorien, Diatomeen, Desmidiaceen etc.) Wir dürfen diese Conjugation von zwei gleichartigen Plastiden als die erste Einleitung zur sexuellen Differenzirung oder als den Uebergang von der ungeschlechtlichen zur geschlechtlichen Zeugung ansehen. Da nach den bekannten Erfahrungen der Inzucht ein gewisser Grad von Verschiedenheit der beiden Geschlechts-Individuen für den Erfolg ihrer Verbindung und die Fruchtbarkeit ihrer Nachkommenschaft sehr vortheilhaft ist, so wird die natürliche Züchtung die Ungleichheit der beiden copulirenden Plastiden begünstigen und durch allmähliche Häufung und Verstärkung ihrer individuellen Eigenthümlichkeiten sie allmählich bis

zu jenem Gegensatze entfernen, der uns in der verschiedenen Zusammensetzung der grossen amoeboiden Eizelle und der kleinen flagellaten Spermazelle bei den meisten Thieren so auffallend vor Augen liegt. Auch das ist wieder nur eine besondere und stark ausgebildete Form der Arbeitstheilung.

Wenn wir uns nun wieder daran erinnern, dass ganz allgemein betrachtet die Fortpflanzung nichts Anderes ist, als ein „Wachsthum des Individuums über sein individuelles Maass hinaus", so werden wir auch jene Verwachsung von zwei gleichartigen Zellen, welche als Copulation oder Conjugation bezeichnet wird, und welche zuerst den phylogenetischen Anstoss zur sexuellen Differenzirung gegeben hat, nur als eine besondere Form des Wachsthums ansehen dürfen. Während bei dem gewöhnlichen einfachen Vorgang der ungeschlechtlichen Fortpflanzung das vorausgehende und bedingende Wachsthum (— ein totales bei der Theilung, ein partielles bei der Knospung —) langsam und allmählich erfolgt, geschieht dasselbe hier bei der Conjugation rasch und plötzlich. So lässt sich also auch das Mysterium der geschlechtlichen Zeugung wieder auf eine besondere Form des Wachsthums und der Arbeitstheilung der Plastiden zurückführen.

Die hier dargestellte Auffassung der geschlechtlichen Zeugung scheint mir für die niederen und einfacheren Formen so klar auf der Hand zu liegen, dass sie wohl keiner eingehenderen Begründung mehr bedarf. Aber auch für die höheren und verwickelteren Formen, die zunächst dadurch nicht vollständig aufgeklärt erscheinen, liefert sie uns den Schlüssel des Verständnisses. Dazu ist erforderlich,

dass wir erstens die physiologische Individualität des Plastiden-Lebens und die active Bedeutung der dasselbe bedingenden Plastidule anerkennen, und dass wir zweitens dem Begriffe des Generationswechsels eine viel weitere Ausdehnung und allgemeinere Geltung geben, als bisher geschehen ist. Bekanntlich beruht diese „Generatio alternans" die wir mit *Owen* kurz als Metagenesis bezeichnen, auf dem regelmässigen periodischen Wechsel von zwei oder mehreren verschiedenen Generationen, von denen eine auf geschlechtlichem, die übrigen auf ungeschlechtlichem Wege ihre Nachkommen erzeugen. Zugleich ist mit diesem periodischen Zeugungswechsel eine mehr oder minder weit gehende Arbeitstheilung der Personen (oder bei den Pflanzen der Sprosse) verbunden, welche sich oft in einer höchst auffallenden Verschiedenheit ihrer Gestaltung und Organisation kund giebt. So sehen wir z. B., dass aus den Sporen oder Keimzellen der Farnkräuter nicht wieder ein Farnkraut entsteht, sondern ein Prothallium, eine niedere Pflanzenform ohne Stengel und Blätter, welche im Wesentlichen einem Lebermose gleicht. Diese wird geschlechtsreif; sie bildet Eier und Spermazellen, und aus deren Vermischung entsteht eine neue Zelle, die Cytula. Indem die Cytula sich wiederholt theilt, entsteht ein kleines Pflänzchen, das sich durch Sonderung vom Stengel und Blättern wieder zum Farnkraut entwickelt; und an der Unterseite von dessen Blättern entstehen später ungeschlechtlich die braunen Häufchen von Keimzellen oder Sporen. Einem gleichen Generationswechsel begegnen wir bei sehr vielen niederen Thieren. So entwickelt sich aus dem befruchteten Ei der meisten Medusen nicht wieder

eine Meduse, sondern ein festsitzender, ganz anders geformter Hydroid-Polyp, und dieser erzeugt erst wieder (durch ungeschlechtliche Knospung) die frei schwimmenden Medusen, die sich geschlechtlich sondern. Die Blattläuse und viele kleine Krebse (z. B. Daphniden) pflanzen sich während des Sommers ungeschlechtlich durch Parthenogenesis fort, durch unbefruchtete Keimzellen oder Sporen. Erst im Herbste kommt eine geschlechtlich differenzirte Generation mit Männchen und Weibchen, und aus deren befruchteten Eiern entsteht im Frühjahr wieder die erste ungeschlechtliche Generation.

Fassen wir nun aber unsere Plastiden als autonome „Elementar-Organismen“ auf, die ihre morphologische und physiologische Selbstständigkeit besitzen, und betrachten wir den individuellen Entwickelungs-Process vom histologischen Standpunkte der Plastiden-Theorie, so werden wir durch Vergleichung mit den eben angeführten Vorgängen zu der Anschauung gelangen, dass eigentlich der Generationswechsel oder die Metagenesis ein sehr allgemein verbreiteter Vorgang ist. Denn bei der individuellen Entwickelung jedes vielzelligen Thieres, jeder vielzelligen Pflanze tritt zunächst eine geschlechtliche Plastiden-Generation auf, repräsentirt durch die weibliche Eizelle und die männliche Spermazelle. Aus deren Verbindung entsteht wieder eine Zelle, die Cytula, und diese erzeugt auf ungeschlechtlichem Wege, durch wiederholte Theilung, die Generationen von gleichartigen Zellen, welche schliesslich die Morula und die daraus entstehende Blastula zusammensetzen. Jetzt erst tritt zwischen diesen gleichartigen Zellen der Blastula-Generation die erste Arbeits-

theilung ein, und sie sondern sich in zweierlei Zellenarten, in die Zellen des inneren vegetativen und des äusseren animalen Keimblattes. Jede von diesen erzeugt wieder durch fortgesetzte Theilung zahlreiche Generationen, und in den letzteren schreitet die Arbeitstheilung der Zellen um so weiter fort, je vollkommener später die völlig entwickelte Person organisirt ist. Alle die zahllosen Generationen von verschiedenartigen Zellen, welche deren Gewebe und Organe zusammensetzen, vermehren sich ungeschlechtlich durch Theilung. Nur zwei von diesen polymorphen Zellen-Generationen sondern sich wieder geschlechtlich, die Eizellen und die Spermazellen. Kommen diese später im geschlechtlichen Zeugungsacte wieder zur Verwachsung, so sind wir am Anfange des Zeugungskreises angelangt, von welchem wir ausgingen. Der Rückschlag oder Atavismus der Plastiden hat uns wieder bis zur Cytula zurückgeführt. Es besteht also im Grunde die individuelle Entwickelung jedes vielzelligen Thieres und jeder vielzelligen Pflanze, die sich durch Hypogenesis, d. h. ohne „Generationswechsel" der Personen, durch einen geschlechtlichen Zeugungs-Act fortpflanzt, eigentlich aus einem höchst verwickelten Generationswechsel ihrer constituirenden Zellen. Der Unterschied liegt nur darin, dass die letzteren im vielzelligen Organismus eng räumlich mit einander verbunden bleiben, während die Personen. als Repräsentanten der verschiedenen Generationen bei der eigentlichen „Metagenesis" räumlich von einander getrennt und frei sind. Um diesen Unterschied auszudrücken, habe ich die Wechselzeuguug der Plastiden als Generationsfolge oder Strophogenesis bezeichnet, (Gen. Morph. II, 106).

Der Begriff der Metagenesis bleibt auf die Wechselzeugung der Personen, als ganz selbstständiger und freier physiologischer Individuen beschränkt. Wie unwesentlich übrigens dieser Unterschied ist, zeigen die Siphonophoren, bei denen dieselben, durch Arbeitstheilung vielfach gesonderten Personen auf einem Stocke vereinigt bleiben, die bei anderen Hydromedusen getrennt ihr selbstständiges Leben führen. Die Arbeitstheilung der Personen, die wir hier ebenso wie in den Culturstaaten der Ameisen, Bienen, Termiten und Menschen finden, ist an sich betrachtet nur im Grossen, was die Arbeitstheilung der Plastiden im Laufe der Strophogenesis in kleinem Maassstabe darbietet; und die letztere ist wieder im Grunde kein anderer Process als die im Miniaturbilde uns entgegentretende Arbeitstheilung der Plastidule. Diese ist der Elementar-Factor der fortschreitenden organischen Entwickelung, der stetig zunehmenden Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit der organischen Formen. Der Mikrokosmos wiederholt auch hier das Bild des Makrokosmos.

Suchen wir nun für die mannichfaltigen und wundervollen, hier kurz berührten Vorgänge der organischen Zeugung und Entwickelung einen einheitlichen allgemeinen Gesichtspunkt auf monistischer Basis zu gewinnen, so ist dieser jedenfalls nur im Gebiete der Bewegungslehre oder der Mechanik im engeren Sinne zu suchen. Denn der ganze uns erkennbare Weltprocess in seiner unbegrenzten Ausdehnung, die Gesammtentwickelung der Sonnensysteme und Planeten nach *Kant*, die anorganische Entwickelung des Erdballs nach *Lyell* und die organische Entwickelung auf demselben nach *Darwin* sind in gleicher Weise durch

feste und unabänderliche Gesetze der Mechanik mit Nothwendigkeit bedingt. Und wie die gesammte Entwickelung der organischen Natur auf unserer Erde, wie die Stammesgeschichte des Pflanzen- und Thierreichs, so ist auch die Entwickelungsgeschichte der Menschheit und jedes einzelnen Menschen durch dieselben festen Gesetze der Bewegungslehre geregelt. Der Unterschied ist nur der, dass der Entwickelungs-Process der organischen Natur im Ganzen, wie im Einzelnen unendlich viel verwickelter und daher schwieriger zu erfassen ist, als derjenige der anorganischen Natur. Aber jener beruht ebenso wie dieser im Grunde doch nur auf Massen-Bewegungen, und diese Massen-Bewegungen sind sämmtlich auf Anziehungs- und Abstossungs-Verhältnisse der Moleküle und der sie zusammensetzenden Atome, sowie des die Atome verbindenden Aethers zurückzuführen.

Der biogenetische Process, wie wir die Gesammtheit der organischen Entwickelungs-Bewegungen auf unserem Planeten kurz nennen wollen, ist im Einzelnen viel zu verwickelt, die Zahl, Mannichfaltigkeit und Complication aller ihn zusammensetzenden Einzel-Vorgänge ist viel zu gross, als dass es möglich wäre, jetzt schon, bei unserer mangelhaften und unvollkommenen Kenntniss derselben, seinem ehernen mechanischen Gang Schritt für Schritt zu folgen. Trotzdem können wir behaupten, schon jetzt eine befriedigende monistische Einsicht in sein wahres Wesen gewonnen zu haben. Die Voraussetzung dieser Einsicht ist die Anerkennung des biogenetischen Grundgesetzes, welches durch den Nachweis des Causalnexus zwischen Ontogenie und Phylogenie allein fähig scheint, den über

allen Zweigen der Biogenie lagernden Nebel zu zerstreuen. Wie man auch jenen innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Keimes- und Stammesgeschichte formuliren mag, bestehen bleibt er für Jeden, der nicht durch Vorurtheile geblendet, der mit den Thatsachen der organischen Entwickelung vertraut und der zu einem philosophischen Urtheil über ihre Bedeutung befähigt ist.

Wollen wir aber noch weiter in die Mechanik des biogenetischen Processes eindringen, so müssen wir nothwendig in die dunkele Tiefe des Plastiden-Lebens hinabsteigen und in der Plastidul-Bewegung die wahre bewirkende Ursache desselben aufsuchen. Es bleibt also hier schliesslich noch die Frage zu beantworten, ob wir über die eigentliche Natur dieser molekularen Plastidul-Bewegung, die unserer unmittelbaren Erkenntniss verschlossen ist, uns mit Hülfe der Vergleichung von analogen Bewegungserscheinungen eine vorläufig befriedigende Hypothese zu bilden im Stande sind. Eine bejahende Antwort auf diese Frage versucht unsere Hypothese der Perigenesis.

Wenn wir zunächst vom höchsten und umfassendsten Gesichtspunkte aus die Gesammtheit der eben betrachteten organischen Entwickelungsvorgänge überschauen, so ergiebt sich als allgemeinstes Resultat die Ueberzeugung, dass der biogenetische Process als eine periodische Bewegung verläuft. Das anschaulichste Analogon derselben finden wir im Bilde einer verwickelten Wellenbewegung. Halten wir uns dabei zunächst nur an die unmittelbar zu erkennenden und unumstösslichen Thatsachen, so können wir von unserer eigenen Vorfahren-Kette ausgehen; gleich-

viel ob wir diese auf die sogenannte „historische Zeit“ beschränken, in welcher Mensch auf Mensch nachweislich gefolgt ist; oder ob wir unsere Ahnenreihe, der Anthropogenie folgend, noch weiter hinab durch den Stamm der Wirbelthiere bis zum Amphioxus, und durch die Gruppe der Wirbellosen hindurch bis zur Gastraea, schliesslich bis zur Amoebe und zum Moner verfolgen. Auf jeden Fall lässt sich die Entwickelungsbewegung unserer Ahnenreihe unter dem einfachsten Bilde einer Wellenlinie vorstellen, in welcher das individuelle Leben jeder einzelnen Person einer einzelnen Welle entspricht.

Beschränken wir nun aber unseren Blick nicht auf die Reihe unserer directen Vorfahren, sondern erweitern wir ihn und fassen wir die Gesammtheit unserer Blutsverwandten zusammen, so können wir bekanntlich deren Zusammenhang in der einfachen Form eines Stammbaumes klar ausdrücken. Mit Rücksicht auf die Wellenbewegung der zusammenhängenden Entwickelung können wir auch in diesem Stammbaum die Entwickelungs-Bewegung jeder einzelnen Person durch eine Welle andeuten. Der ganze Stammbaum erhält so das Bild einer verzweigten Wellenbewegung, einer ramificirten Undulation. (Vergl. die angehängte Tafel.) Welche Vorfahren-Form wir auch als Stammform für die ganze stammverwandte Gruppe des Stammbaumes oder für einen Theil derselben wählen mögen, immer wird sie als der Ausgangspunkt einer zusammenhängenden Wellenbewegung erscheinen, welche sich, den Aesten und Zweigen des Stammbaumes entsprechend, vielfach ramificirt.

Dasselbe Bild einer verzweigten Wellenbewegung,

welches uns so die Entwickelungsgeschichte jeder menschlichen Familie, die Genealogie jeder Dynastie im Kleinen darbietet, dasselbe finden wir im Grossen wieder, wenn wir das natürliche System der Organismen im Lichte der Descendenz-Theorie betrachten. Denn wie in jeder menschlichen Familie, so sind auch in jeder grösseren Gruppe von blutsverwandten Thieren oder Pflanzen „alle Gestalten ähnlich; doch keine gleichet der anderen". Das „geheime Gesetz", das „heilige Räthsel", auf welches dieser Gestalten-Chor nach *Goethe* deutet, ist die übertragene Entwickelungs-Bewegung, auf der die „Blutsverwandtschaft" beruht. Daher ist das „natürliche System" nichts Anderes als der wahre Stammbaum der blutsverwandten Arten, und jeder einzelne Ast und Zweig desselben entspricht einer grösseren oder kleineren Gruppe von Descendenten einer gemeinsamen Stammform. Diese Einheit der Abstammung vereinigt alle Formen einer Klasse, Ordnung u. s. w. Indem sich jede Klasse in verschiedene Ordnungen, jede Ordnung in mehrere Familien, jede Familie wieder in verschiedene Gattungen, jede Gattung in mehrere Arten und Varietäten spaltet, verzweigt sich die Wellenbewegung, welche von der gemeinsamen Stammform auf die ganze Nachkommen-Gruppe übertragen wurde; und jeder Wellenzweig pflanzt seine individuelle Bewegung wieder in eigenthümlicher Form auf seine verschiedenen Descendenten fort.

Nun lehrt uns das biogenetische Grundgesetz, dass sich dieser grossartige Entwickelungsgang der Stammesgeschichte im Kleinen wiederspiegelt in der Keimesgeschichte jedes einzelnen Individuums. Hier sind es die

Lebensläufe der constituirenden Plastiden (Cytoden und Zellen) welche den einzelnen Wellen entsprechen. Die Cytula oder die aus dem befruchteten Ei hervorgegangene „erste Furchungszelle", aus welcher sich der vielzellige Organismus entwickelt, verhält sich zu den verschiedenen Zellen-Generationen, welche aus ihr durch Theilung entstehen und welche später durch Arbeitstheilung die verschiedenen Gewebe bilden, ganz genau so, wie die Stammform einer Klasse oder Ordnung zu den mannichfaltigen Familien, Gattungen und Arten, welche von ihr abstammen und sich durch Anpassung an verschiedene Existenz-Bedingungen verschiedenartig entwickelt haben. Der ontogenetische „Zellen-Stammbaum" der ersteren hat ganz dieselbe Form, wie der phylogenetische „Arten-Stammbaum" der letzteren. Die übertragene Entwickelungs-Bewegung, welche hier von der Stammform der ganzen Arten-Gruppe, dort von der Stammzelle der ganzen Zellen-Gruppe ausgeht, nimmt in beiden Fällen die gleiche Form der verzweigten Wellenbewegung an. Jeder, der das biogenetische Grundgesetz anerkennt, wird es nur natürlich finden, dass der Mikrokosmos des ontogenetischen Zellen-Stammbaumes das verkleinerte und theilweise verzogene Abbild von dem Makrokosmos des phylogenetischen Arten-Stammbaumes darstellt. (Vergl. die angehängte Tafel.)

Da wir uns jede zusammengesetzte und verwickelte Erscheinung nur durch Auflösung in ihre einzelnen Bestandtheile und genaueste analytische Untersuchung dieser letzteren zum Verständniss bringen und erklären können, so müssen wir nothwendig auch in der mechanischen Entwickelungs-Theorie bis in die letzten Elementar-Vorgänge

eindringen. Nun ist der ganze biogenetische Process das höchst zusammengesetzte Resultat aus den Entwickelungs-Vorgängen sämmtlicher organischen Arten. Diese setzen sich wieder aus den Entwickelungs-Processen der Personen, wie die letzteren aus denjenigen der constituirenden Plastiden zusammen. Die Entwickelung jeder einzelnen Plastide ist aber wieder nur das Product aus den activen Bewegungen ihrer constituirenden Plastidule. Nun haben wir gesehen, dass die Entwickelungs-Bewegung der Stämme und Klassen, der Ordnungen und Familien, der Gattungen und Arten, der Personen und Plastiden immer und überall die charakteristische Grundform der verzweigten Wellenbewegung hat. Demnach kann auch die molekulare Plastidul-Bewegung, welche allen jenen Vorgängen zu Grunde liegt, in Wirklichkeit keine andere Form besitzen. Wir müssen schliessen, dass auch diese Elementar-Ursache des Lebens-Processes, dass auch die unsichtbare Plastidul-Bewegung eine verzweigte Wellenbewegung ist. Diese wahre und letzte „Causa efficiens" des biogenetischen Processes nennen wir mit einem Worte Perigenesis, die periodische Wellenzeugung der Lebenstheilchen oder Plastidule. In der That ist diese Hypothese die einzige, welche uns jenen Process wirklich zu erklären vermag. Nehmen wir als einfaches Beispiel zur Erläuterung der Perigenesis den Entwickelungsgang eines monoplastiden Protisten (z. B. eines monocytoden Moneres, oder einer einzelligen Amoebe), das sich durch einfache Theilung fortpflanzt, und verfolgen wir diesen auf der angehängten Tafel bis zur fünften Generation. Auf dieser Tafel ist jede entwickelte einfache Zelle durch eine einfache rothe Kugel und die

beiden Tochterzellen, welche bei deren Fortpflanzung durch Theilung entstehen, durch zwei kleinere, unmittelbar darüber befindliche rothe Kugeln angedeutet. Die rothen Wellenlinien bedeuten den individuellen Entwickelungsgang jeder einzelnen Zelle mit der ihr eigenthümlichen Plastidul-Bewegung, deren Richtung durch einen rothen Pfeil angedeutet wird. Die kleinen schwarzen Körper von verschiedener Form bedeuten die Summe der äusseren Existenz-Bedingungen, welche die Ernährung jeder Zelle beeinflussen und durch Anpassung deren ursprüngliche Plastidul-Bewegung abändern. Die Richtung dieser Anpassungs-Bewegung ist durch die schwarzen Pfeile angedeutet. Indem nun in jeder einzelnen Zelle die ursprüngliche, von der Mutterzelle durch Vererbung übertragene Plastidul-Bewegung mit der neuen, durch Anpassung erworbenen Plastidul-Bewegung zusammentrifft, entsteht als Diagonale in diesem Parallelogramm der Kräfte eine neue Form der Plastidul-Bewegung, die dieser Zelle individuell zukommt; und da die Existenz-Bedingungen aller Individuen mehr oder minder verschieden sind, müssen auch diese Diagonal-Bewegungen mehr oder minder abweichen. Daraus folgt die Divergenz des Charakters, welche sich bei den Descendenten jeder Generation ausspricht und bei jeder folgenden Generation wächst. Der ganze Entwickelungs-Process stellt sich also als eine zusammengesetzte ramificirte Undulation der Plastidule dar, bei welcher die einzelnen Wellen mehr und mehr ungleich werden. Ganz dieselbe Erscheinung zeigt uns der sogenannte Furchungs-Process der Thier-Eier. Auch hier zerfällt die Zelle durch wiederholte Theilung in 2, 4, 8, 16, 32 Zellen u. s. w.

Zwar erscheinen diese äusserlich häufig gleich; allein ihre (ererbte) Plastidul-Bewegung ist dennoch individuell verschieden, wie aus ihrer späteren ungleichen Entwickelung hervorgeht. Die potentielle Ungleichheit, welche hier durch Vererbung übertragen oder angeboren erscheint, ist in Wahrheit ursprünglich durch Anpassung von den ältesten Vorfahren des vielzelligen Organismus erworben worden.

Indem wir dergestalt eine ununterbrochene verzweigte Wellenbewegung der Plastidule als die bewirkende Ursache des biogenetischen Processes annehmen, sehen wir die Möglichkeit ein, den unendlich verwickelten Gang des letzteren auf mechanische Bewegung der Massen-Atome zurückzuführen; nnd diese sind hier ebenso durch chemisch-physikalische Gesetze bedingt, wie in sämmtlichen Erscheinungen der anorganischen Natur. Wenn wir diese verzweigte Wellenbewegung der Plastidule mit einem Worte als „Perigenesis oder Wellenzeugung“ bezeichnen, so wollen wir damit die characteristische Eigenthümlichkeit ausdrücken, welche dieselbe als verzweigte Bewegung von anderen ähnlichen periodischen Processen unterscheidet. Diese Eigenthümlichkeit beruht auf der Reproductionskraft der Plastidule und diese ist wieder durch deren eigenthümliche atomistische Zusammensetzung bedingt. Jene Reproductionskraft, die allein die Fortpflanzung der Plastiden ermöglicht, ist aber gleichbedeutend mit dem Gedächtniss der Plastidule. Und hier kommen wir wieder auf die vorher adoptirte, von *Ewald Hering* so vortrefflich begründete Anschauung zurück, dass das unbewusste Gedächtniss die wichtigste Character-Eigenschaft der „orga-

liegen auf der Hand. So wesentlich verschieden, wie *Darwin's* „Gemmulae oder Lebenskeimchen" von unseren „Plastidulen oder Lebensmolekülen", so grundverschieden sind auch die molekularen Bewegungen, welche unsere beiden Hypothesen in Anspruch nehmen. Die „Gemmulae" der Pangenesis sind Molekül-Gruppen, welche „wachsen, sich ernähren und durch Theilung vervielfältigen können, gleich den Zellen selbst." Die „Plastidule" der Perigenesis hingegen sind Einzel-Moleküle, welche als solche alle diese Eigenschaften nicht besitzen. Sie können blos ihre individuelle Plastidul-Bewegung auf die benachbarten Plastidule übertragen und durch Assimilation in ihrer unmittelbaren Umgebung neue Plastidule von derselben Beschaffenheit bilden, wie ein wachsender Krystall in der Mutterlauge; sie können ferner ihre atomistische Zusammensetzung in Folge äusserer Einflüsse sehr leicht ändern und damit auch ihre Plastidul-Bewegung. *Darwin* nimmt an, dass jede Zelle Theilchen an alle Theile des Körpers abgiebt und dass alle Reproductions-Zellen, sowohl die Eizellen und Spermazellen, welche die geschlechtliche Zeugung, als auch die indifferenten Zellen, welche die ungeschlechtliche Zeugung vermitteln, abgegebene Gemmulae von sämmtlichen Zellen des Organismus enthalten; und nicht allein dieses Organismus, sondern auch aller seiner Vorfahren. Wie diese in den Reproductions-Zellen sich ordnen und den neuen Organismus bilden sollen, vermag ich nicht einzusehen. Ja, mir scheint eine Entwickelungslehre auf dieser Basis mit der Zellen-Theorie, mit der Plastiden-Theorie, mit unseren Erfahrungen über die successive Differenzirung und Arbeitstheilung der Zellen im

Laufe der Ontogenese überhaupt unvereinbar. Die Arbeitstheilung und Generationsfolge der Zellen, auf welche ich das Hauptgewicht lege, und die regelmässige Periodicität der Plastidulbewegung, welche diesen erworbenen Process der Arbeitstheilung von Zeit zu Zeit wiederholt und durch neue Erwerbungen complicirt, haben in der Theorie der Pangenesis keinen Platz.

Hingegen gründet sich meine Hypothese von der Perigenesis der Plastidule auf das mechanische Princip der übertragenen Bewegung, welches bereits *Aristoteles* als die wichtigste Ursache der individuellen Entwickelung betrachtete. Dieser grosse Naturphilosoph lässt bei der geschlechtlichen Fortpflanzung den Anstoss und den Beginn oder die Erregung der Entwickelungsbewegung vom männlichen Samen ausgehen und von diesem auf den weiblichen Zeugungsstoff übertragen. Auch bekämpft er ausdrücklich die in der Pangenesis enthaltene Vorstellung, dass der Same von allen Theilen des Körpers herkomme. Unsere Plastidule sind die constituirenden Moleküle des Plasson, welche die Plastiden-Theorie, die erweiterte „Protoplasma-Theorie", als die einzigen activen Factoren des Plastiden-Lebens anerkennt, während sie den übrigen Gewebs-Molekülen dabei nur eine passive Rolle zutheilt. Indem die schwingende Molekular-Bewegung dieser Plastidule, oder die Plastidul-Bewegung, sich bei der Vermehrung der Plastiden als „Vererbung" auf die neugebildeten Plastiden überträgt, gestaltet sie sich zu einer verzweigten Wellenbewegung, und indem bei den verschiedenen Descendenten die mannichfaltigen Existenzbedingungen einen unmittelbaren Einfluss auf die verschiedenen

Zweige ausüben, entstehen durch „Anpassung" neue Formen. Durch Vererbung dieser Anpassungen auf die späteren Descendenten entsteht die divergente Arbeitstheilung der Plastiden, welche wir als die wichtigste Ursache der weiteren Entwickelung ansehen. So werden die Wellenkreise der ramificirten Undulation immer zahlreicher, mannichfaltiger und verwickelter, je weiter wir die fortschreitende Perigenesis der Plastidule verfolgen.

Alle die mannichfaltigen, verwickelten und merkwürdigen Erscheinungen, des biogenetischen Processes scheinen mir im Lichte dieser Perigenesis einer einfachen mechanischen Erklärung von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus zugänglich zu werden. Hingegen habe ich mich vergeblich bemüht, eine solche einfache mechanische Erklärung mit Hülfe der Pangenesis zu erreichen, welche *Darwin* selbst als eine höchst complicirte Hypothese bezeichnet. Auch alle die einzelnen Haupt-Erscheinungen der Entwickelung, welche derselbe an der Hand der Pangenesis-Hypothese zu erklären sucht: Fortpflanzung und Vererbung, Ernährung und Anpassung, Rückschlag und Generationswechsel, Hybridismus und Regeneration scheinen wir durch die Pangenesis der Gemmulae keine mechanische und mit den Thatsachen des Zellenlebens und der Keimesentwickelung vereinbare Erklärung zu finden. Hingegen wird eine solche durch die Perigenesis der Plastidule gegeben. *Darwin* sagt ausdrücklich, dass „alle Formen der Reproduction abhängen von der Aggregation von Gemmulae, welche von allen Theilen des Körpers abgeleitet sind." Wir sagen hingegen: „Alle Formen der Fortpflanzung hängen ab von der Uebertragung

der Plastidul-Bewegung, welche bloss von dem zeugenden Theile des Körpers auf die erzeugten Plastiden direct übertragen wird, aber weiterhin vermöge des Gedächtnisses und der Arbeitstheilung der Plastidule die Wellenbewegung der Vorfahren in den Nachkommen ganz oder theilweise reproduciren kann.

Was ich hier gegen die geistreiche Pangenesis-Theorie *Darwin*'s einwende, das gilt zum Theil auch von der scharfsinnigen Entwickelungs-Theorie, welche 1874 *Elsberg* in New-York als die Theorie von der „Regeneration oder Präservation der organischen Moleküle" veröffentlicht hat. (Proceed. of the American Association, Hartford 1874.) Jedoch treten hier an die Stelle der „Gemmules" in Uebereinstimmung mit unserer Plastiden-Theorie die Plastidule. In der Auffassung der Plastidule als wirklicher activer Plasson-Moleküle und in Bezug auf die fundamentale Bedeutung des Plasson selbst, stimmt *Elsberg* wesentlich mit unserer Auffassung überein. Dagegen nimmt er den Grundgedanken der Pangenesis in seine Regenerations-Theorie auf. Er formulirt sie selbst in folgenden Worten: „Der Keim jedes erzeugten lebenden Wesens enthält Plastidule seiner ganzen Vorfahren-Reihe. Ich nenne sie die Regenerations-Hypothese, weil ihr zufolge die Vorfahren bis zu einem gewissen Grade körperlich, und also auch in jeder anderen Beziehung, in ihrer Nachkommenschaft wiedergeboren werden; oder die Hypothese der Präservation der organischen Moleküle, weil sie annimmt, dass gewisse Plastidule, wenn auch nicht für immer, doch für lange Zeit, aufbewahrt und von Generation zu Generation übertragen werden; oder ich könnte

sie die Hypothese der Erhaltung der organischen Kräfte nennen, was nach der eben gegebenen Deutung dasselbe ausdrücken würde."

Wie hieraus und aus den weiteren Ausführungen von *Elsberg* klar hervorgeht, stimmt er im Wesentlichsten mit der Pangenesis-Hypothese *Darwin*'s überein, insofern hier wie dort die materielle Uebertragung wirklicher Moleküle durch die ganze Reihe der blutsverwandten Generationen und somit die materielle Zusammensetzung jedes Keimes aus körperlichen Theilchen seiner sämmtlichen Vorfahren behauptet wird. Gerade diesem Grundgedanken aber tritt unsere Perigenesis-Hypothese entgegen. Denn wir nehmen eine unmittelbare Uebertragung der körperlichen Moleküle nur vom zeugenden Individuum auf das Erzeugte an, aber nicht auch von der älteren Vorfahren-Reihe her. Von dieser wird nur die besondere Form der periodischen Bewegung übertragen oder „vererbt", und nur diese fortdauernde „Wellenbewegung der Plastidule" ist es, welche vermöge des Gedächtnisses derselben auch die Eigenschaften der älteren Vorfahren an den späteren Nachkommen wieder in die Erscheinung treten lässt. Das ist ja gerade das Charakteristische der fortschreitenden Wellenbewegung, dass die Wellenformen sich vom Ausgangspunkte der Bewegung oder vom „Erregungscentrum" aus über weite Strecken und zahllose Theile der bewegten Masse fortpflanzen können, trotzdem die bewegten Moleküle nur innerhalb sehr enger Grenzen, nur innerhalb einer Wellenlänge sich hin und her bewegen, und die Wellen selbst an Ort und Stelle bleiben; in sehr sinnreicher und bezeichnender Weise nennen wir deshalb

auch die Wellenbewegung eine Fortpflanzung der Wellen. Diesen Sprachgebrauch umkehrend, kann man auch die Fortpflanzung der Organismen als eine eigenthümliche „Wellenbewegung“ auffassen.

Abgesehen von dieser Differenz scheint mir *Elsberg* auch darin zu weit zu gehen, dass er die Zellen-Theorie durch die histologischen Anschauungen von *Beale* und *Heitzmann* für überwunden erklärt und die netzförmige Anordnung der Plastidulreihen im Plasson oder der „formenden Substanz“ für eine allgemeine und wesentliche Eigenschaft aller Plastiden hält. Ich fasse dagegen diese netzförmige Anordnung der Plastidul-Reihen in der „Interplastidul-Substanz“ als ein secundäres Phänomen auf und nehme an, dass ursprünglich (z. B. in den einfachsten Moneren) die Plastidule allein, dicht an einander gelagert, den ganzen Plastiden-Körper bilden. Erst in Folge ihrer weiteren bildenden Thätigkeit treten sie aus einander, lagern „Interplastidul-Massen“ zwischen sich ab und können die netzförmige Anordnung annehmen, welche wir so weit verbreitet (wenngleich keineswegs allgemein) in den Cytoden und Zellen wahrnehmen. Jedenfalls bleibt aber *Elsberg* im Rechte, wenn er die hohe Bedeutung der Plastidule betont und sie als die eigentlichen activen Factoren des Lebens-Processes ansieht.

Die grossen Gruppen von Thatsachen, auf welche wir unsere Perigenesis-Hypothese stützen, sind als empirische Grundlagen der Entwickelungs-Lehre zum grössten Theile längst anerkannt, und die darauf gegründeten Theorien, die wir durch die Idee der Perigenesis zu einem Ganzen verbunden haben, von den meisten Biologen gegenwärtig

welche den Keim zu einer solchen in sich trägt. Was noch besonders zu ihren Gunsten sprechen dürfte, ist ihre grosse Einfachheit, in der Regel das Zeichen einer naturgemässen Theorie. Wie einfach sind die Grundgedanken der Gravitations-Theorie von *Newton*, der Undulations-Theorie von *Hüyghens*, der Wärme-Theorie von *Mayer*, der Zellen-Theorie von *Schleiden*, der Descendenz-Theorie von *Lamarck* und der Selections-Theorie von *Darwin!* Und doch werden durch diese einfachen Grundgedanken die grössten und umfassendsten Massen verschiedenartiger Thatsachen zu einem einheitlichen Ganzen verbunden und durch eine gemeinsame Ursache erklärt. Ebenso einfach ist auch der Grundgedanke einer verzweigten Wellenbewegung der Plastidule, die wir als bewirkende mechanische Ursache des biogenetischen Processes betrachten.

Wenn die monistische Naturwissenschaft der Gegenwart an uns mit Recht die Anforderung stellt, alle Natur-Erscheinungen mechanisch zu erklären und mit Ausschluss jeder Teleologie auf „bewirkende Ursachen", auf „causae efficientes" zurückzuführen, so wird dieser ersten Anforderung durch unsere Perigenesis-Theorie genügt. Denn rein mechanisch sind die Principien von der übertragenen Massenbewegung und von der Erhaltung der Kraft, welche derselben zu Grunde liegen. Rein mechanisch ist auch das Princip der Autogonie, welches den ersten Anstoss zu dieser übertragenen Bewegung aus jenen Atom-Bewegungen herleitet, die bei der Bildung der ersten Plastidule stattfinden und deren eigenthümliche Plastidul-Bewegung bewirken. Auf die Uebertragung dieser Plastidul-Bewegung konnten wir die Vererbung, auf die Abänderung

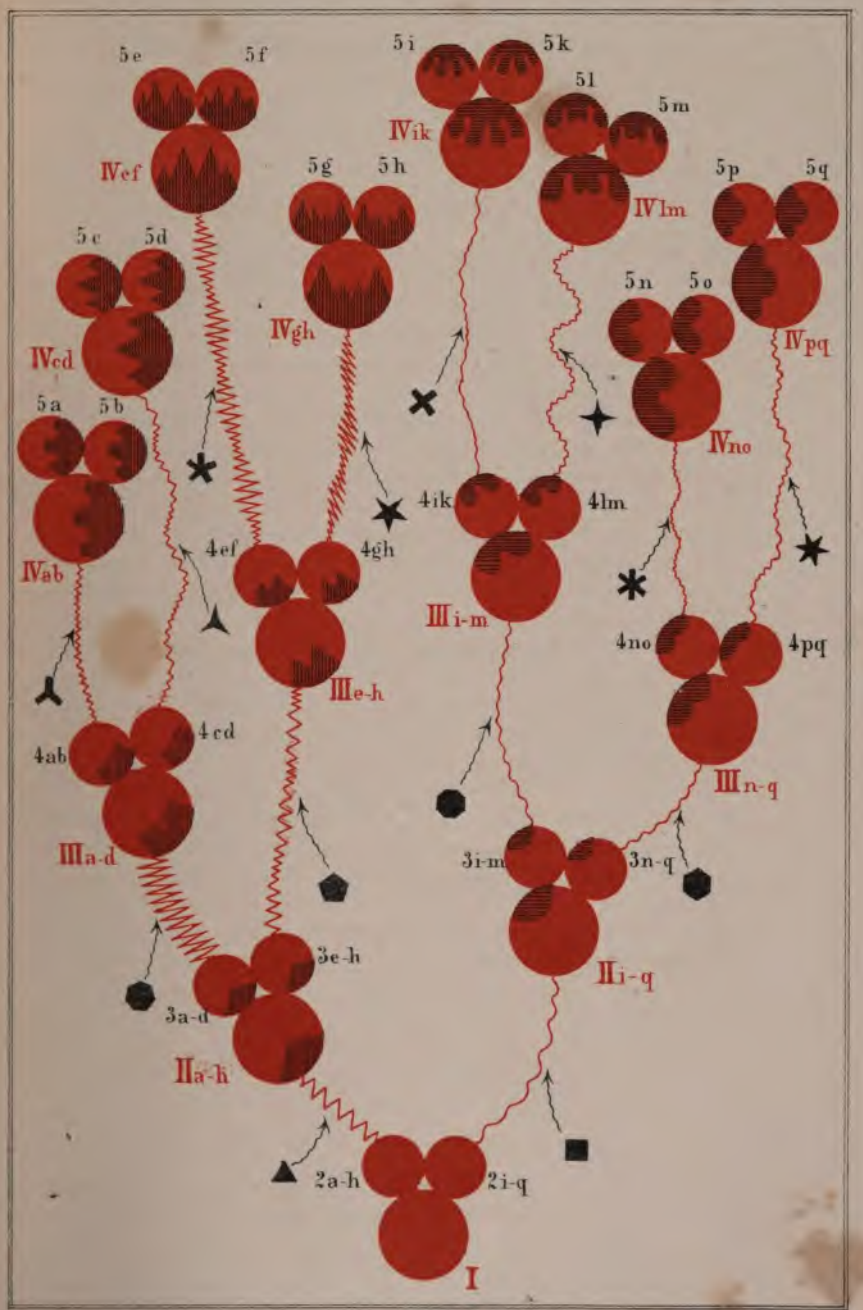
derselben die Anpassung zurückführen, die beiden Haupt-Factoren der organischen Formbildung. So fügt sich der biogenetische Process, als eine besondere und höchst verwickelte Form der periodischen Massen-Bewegung, ohne Zwang in den gesetzmässigen Gang des gesammten Weltprocesses ein, und die bewirkende Ursache desselben ist die Perigenesis der Plastidule.

Erklärung der Tafel.

Das Schema der Perigenesis, das diese Tafel darstellt, soll in einfachster Form die verwickelten Beziehungen versinnlichen, welche bei jedem organischen Entwickelungs-Process zwischen den Descendenten einer gemeinsamen Stammform durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung bedingt werden. Die übertragene Bewegung der Plastidule, welche die Vererbung bewirkte, ist durch rothe Wellenlinien angedeutet; hingegen der Einfluss der äusseren Existenz-Bedingungen, welcher durch Abänderung der übertragenen Plastidul-Bewegung die Anpassung bewirkt, durch schwarze Wellenlinien. Die Verschiedenheit der äusseren Existenz-Bedingungen, denen jedes organische Individuum sich anpassen muss, ist durch die verschiedene Form der schwarzen Körper angedeutet, hingegen die dadurch bewirkte Verschiedenheit der inneren Plastidul-Bewegung durch die verschiedene schwarze Schraffirung der rothen Kugeln. Je zwei kleine Kugeln sind durch Theilung der darunter befindlichen grossen Kugel entstanden. Dieses Verhältniss ist der Einfachheit halber angenommen und bis zur fünften Generation fortgeführt. Das Schema passt ebenso wohl auf die Furchungszellen, welche sich bei der regelmässigen totalen Ei-Furchung durch fortgesetzte Zweitheilung vermehren, wie auf die entsprechende Stammesgeschichte einer einzelligen Stammform. Aber auch in dem Stammbaum jedes höheren, vielzelligen Organismus erscheint ebenso die individuelle Plastidul-Bewegung jedes einzelnen Individuums als das Product aus der durch Vererbung übertragenen und der durch Anpassung abgeänderten Wellenzeugung der Lebenstheilchen.

Druck von A. Haack in Berlin.

Schema der Perigenesis.



E. Haeckel del.

Lith. Anst. v. C. Gutbier, Jena

D368
H13
1877

Die heutige Entwickelungslehre

im Verhältnisse zur

Gesammtwissenschaft.

Vortrag

in der ersten öffentlichen Sitzung

der

fünfzigsten Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte

zu München am 18. September 1877

gehalten von

Ernst Haeckel.

Stuttgart.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1877.

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger) in Stuttgart.

Hochansehnliche Versammlung!

An dem festlichen Tage, der uns heute hier zur Eröffnung der fünfzigsten Deutschen Naturforscher-Versammlung vereinigt, darf vor Allem die universale Gesammtwissenschaft ihr Verhältniss zu unseren besonderen Forschungsgebieten geltend machen. Indem die Gebildeten aller Kreise den erstaunlichen Fortschritten der Naturforschung mit regster Theilnahme folgen, dürfen sie an einem solchen Tage mit besonderem Rechte die Frage aufwerfen, welche allgemeinen Ergebnisse dieselbe für das Gesammtgebiet der menschlichen Bildung geliefert hat. Wenn ich daher heute der ehrenvollen, mir gewordenen Aufforderung Folge leiste und mir Ihre geneigte Aufmerksamkeit für kurze Zeit erbitte, so glaube ich keinen passenderen Gegenstand für unsere gemeinsame Betrachtung wählen zu können, als das Verhältniss der Gesammtwissenschaft zu dem mir am nächsten liegenden Forschungszweige, der Entwickelungslehre.

Seit mehr als einem Decennium nimmt ja keine andere Lehre die allgemeine Theilnahme so lebhaft in Anspruch, keine andere greift so tief in unsere wichtigsten Ueberzeugungen ein, als die neu erstandene Entwickelungslehre nnd die damit verknüpfte monistische Philosophie. Denn einzig und allein durch sie ist „die Frage aller Fragen“ zu lösen, die fundamentale „Frage von der Stellung des Menschen in der Natur“. Wie der Mensch das Maass aller Dinge ist, so müssen natürlich auch die letzten Grundfragen und die höchsten Principien aller Wissenschaft von der Stellung abhängen, welche unsere fortgeschrittene Naturerkenntniss dem Menschen selbst in der Natur anweist.

Bekanntlich ist es Charles Darwin, welchem unsere heutige Entwickelungslehre diese beherrschende Stellung in erster Linie verdankt [1]. Denn er war es, der vor 18 Jahren die starre Eisdecke der herrschenden Vorurtheile zuerst durchstiess, beseelt von demselben Grundgedanken einer einheitlichen Weltentwickelung, welcher vor hundert Jahren unsere grössten Denker und Dichter bewegte, an ihrer Spitze Immanuel Kant und Wolfgang Goethe [2]. Durch Aufstellung seiner Selectionstheorie, der Lehre von der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Dasein, vermochte Darwin namentlich den wichtigsten biologischen Theil der allgemeinen Entwickelungslehre fest zu begründen, die schon im Anfang unseres Jahrhunderts aufgetauchte Abstammungslehre oder Descendenz-Theorie. Vergeblich hatte damals die ältere Naturphilosophie den Kampf für letztere begonnen; weder Lamarck [3] und Geoffroy S. Hilaire in Frankreich, noch Oken und Schelling in Deutschland vermochten ihr zum Siege zu verhelfen. Es sind jetzt gerade fünfzig Jahre, seit Lorenz Oken hier in München seine akademischen Vorträge über Entwickelungslehre begann, und so ziemt es uns hier wohl heute, einen Lorbeerkranz auf das Grab dieses tiefblickenden Zoologen und begeisterten Philosophen zu legen. War es ja doch auch Oken, der von wissenschaftlichem Einheitsdrange beseelt 1822 von Jena aus die erste Deutsche Naturforscher-Versammlung zusammen berief, und dem schon desshalb der besondere Dank dieser fünfzigsten Versammlung gebührt [4].

Aber nur den allgemeinen Bauplan und den ersten Grundriss für den gewaltigen Bau der einheitlichen Entwickelungslehre vermochte damals die Naturphilosophie zu entwerfen. Die Bausteine zu seiner Ausführung sammelte erst der emsige Ameisenfleiss des folgenden halben Jahrhunderts. Eine ungeheure Literatur und eine bewunderungswürdige Vervollkommnung der Forschungsmethoden legt von den erstaunlichen Fortschritten der empirischen Naturkunde während dieses Zeitraums das glänzendste Zeugniss ab. Aber freilich führte auch die unermessliche Erweiterung des empirischen Beobachtungsfeldes und die dadurch bedingte specielle

Arbeitstheilung oft zu einer verderblichen Zersplitterung der Kräfte; das höhere Ziel der Erkenntniss allgemeiner Gesetze wurde über dem näheren Interesse an der Beobachtung des Einzelnen meist ganz vergessen.

So konnte es geschehen, dass während der höchsten Blüthe dieser streng empirischen Naturforschung, vom Jahre 1830—1859, also volle dreissig Jahre hindurch, die beiden Hauptzweige der eigentlichen Natur-Geschichte von völlig entgegengesetzten Grundsätzen ausgingen. In der Entwickelungsgeschichte der Erde brach sich seit 1830, seit dem Erscheinen von Lyell's Principien der Geologie, immer allgemeiner die Ueberzeugung Bahn, dass unser Planet weder durch einen übernatürlichen Schöpfungsact entstanden, noch durch eine Reihe von totalen Revolutionen mystischen Ursprungs hindurchgegangen sei; dass vielmehr eine allmähliche ununterbrochene Entwickelung seine natürliche Ausbildung von Stufe zu Stufe bedingt habe. In der Entwickelungsgeschichte der lebendigen Erdbewohner hingegen behielt der alte vernunftwidrige Mythus allgemeine Geltung, wonach alle einzelnen Thier- und Pflanzen-Arten, gleich dem Menschen, unabhängig von einander erschaffen und eine Reihe solcher Schöpfungen ohne genetischen Zusammenhang auf einander gefolgt sei[5]. Der grelle Widerspruch zwischen beiden Lehren, zwischen der naturgemässen Entwickelungstheorie der Geologen und dem übernatürlichen Schöpfungsmythus der Biologen, wurde erst 1859 durch Darwin zu Gunsten der ersteren entschieden. Seitdem erkennen wir klar, dass die Gestaltung und Formenwandlung der lebendigen Bewohner unseres Erdballs denselben ewigen grossen Gesetzen mechanischer Entwickelung folgt, wie diejenige der Erde selbst und des ganzen Weltsystems.

Wir haben heute nicht mehr nöthig, wie es vor vierzehn Jahren auf der Naturforscher-Versammlung in Stettin geschehen musste, die Beweisgründe für Darwin's neue Entwickelungslehre zusammenzustellen[6]. In erfreulichster Weise hat sich seitdem die Erkenntniss ihrer Wahrheit allgemein Bahn gebrochen. In demjenigen Gebiete der Naturforschung, in welchem sich meine eigenen

Arbeiten bewegen, im weiten Reiche der organischen Formenlehre oder Morphologie, ist sie bereits als wichtigste Basis überall anerkannt. Vergleichende Anatomie und Keimesgeschichte, systematische Zoologie und Botanik können die Abstammungslehre nicht mehr entbehren. Denn nur in ihrem Lichte sind die geheimnissvollen Beziehungen der zahllosen organischen Formen zu einander wirklich zu erklären, d. h. auf mechanische Ursachen zurückzuführen. Ihre Aehnlichkeit ergiebt sich als natürliche Folge der Vererbung von gemeinsamen Stammformen, ihre Verschiedenheit als nothwendige Wirkung der Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen. Nur durch die Abstammungslehre erklären sich ebenso einfach als naturgemäss die Thatsachen der Paläontologie, der Chorologie, der Oekologie[7]; nur durch sie begreifen wir die Existenz der merkwürdigen rudimentären Organe, der Augen welche nicht sehen, der Flügel welche nicht fliegen, der Muskeln welche nicht bewegen; lauter unnütze Körpertheile, welche die früher geltende Teleologie auf's Schneidendste widerlegen. Denn sie beweisen auf's Klarste, dass die Zweckmässigkeit im Bau der organischen Formen weder allgemein noch vollkommen ist; dass sie nicht der Ausfluss eines zweckthätigen Schöpfungsplanes, sondern durch das zufällige Zusammentreffen mechanischer Ursachen mit Nothwendigkeit bewirkt ist[8].

Wer diesen überwältigenden Thatsachen gegenüber noch heute Beweise für die Descendenz-Theorie fordert, der beweist damit selbst nur seinen Mangel an Kenntnissen oder an Einsicht. Vollends verkehrt aber ist es, wenn man dafür exacte oder gar experimentelle Beweise verlangt. Diese oft gehörte Forderung entspringt dem weitverbreiteten Irrthum, dass alle Naturwissenschaft exact sein müsse; man stellt ja auch häufig alle anderen Wissenschaften unter dem Namen der „Geisteswissenschaften" der ersteren gegenüber. Nun ist aber in Wahrheit nur der kleinere Theil der Naturwissenschaft exact, nämlich nur jener der durch Mathematik zu begründen ist; vor Allen also die Astronomie und überhaupt die höhere Mechanik, sodann der grösste Theil der übrigen Physik und der Chemie, auch ein guter Theil der Physio-

logie, aber nur ein sehr kleiner Theil der Morphologie[9]. In diesem letzteren biologischen Gebiete sind die Erscheinungen viel zu verwickelt und zu variabel, als dass wir überhaupt die mathematische Methode anwenden könnten. Wenn auch die Forderung einer möglichst exacten, womöglich mathematischen Begründung für alle Wissenschaften im Princip bestehen bleibt, so ist sie doch für den weitaus grössten Theil der biologischen Wissensfächer unmöglich durchzuführen. Hier tritt vielmehr an die Stelle der exacten, mathematisch-physikalischen die historische, die geschichtlich-philosophische Methode.

Vor Allem gilt das von der Morphologie. Denn das wissenschaftliche Verständniss der organischen Formen gewinnen wir nur durch ihre Entwickelungsgeschichte. Der grosse Fortschritt unserer Zeit auf diesem Gebiete besteht darin, dass wir Begriff und Aufgabe der Entwickelungsgeschichte unendlich weiter fassen als es bis auf Darwin allgemein geschah. Denn bis dahin verstand man darunter nur die Entstehungsgeschichte des organischen Individuums, die wir heute Keimesgeschichte oder Ontogenie nennen. Wenn der Botaniker die Entstehung der Pflanze aus dem Samenkorn, der Zoologe die Ausbildung des Thieres aus dem Ei verfolgte, so glaubte er mit der vollständigen Beobachtung dieser Keimesgeschichte seine morphologische Aufgabe gelöst zu haben. Die grössten Forscher im Gebiete der Entwickelungsgeschichte, Wolff, Baer, Remack, Schleiden, und die ganze von ihnen gebildete Embryologen-Schule, verstand bis vor Kurzem darunter ausschliesslich die individuelle Keimesgeschichte. Ganz anders heute, wo die Mysterien der wunderbaren Keimesgeschichte uns nicht mehr als unverständliche Räthsel gegenüberstehen, sondern ihre tiefe Bedeutung klar offenbart haben. Denn nach den Vererbungsgesetzen sind die Formwandlungen, welche der Keim unter unseren Augen in kürzester Frist durchläuft, eine gedrängte und abgekürzte Wiederholung der entsprechenden Formwandlungen, welchen die Vorfahren des betreffenden Organismus im Laufe vieler Millionen Jahre unterlagen. Wenn wir heute ein Hühner-Ei in die Brütmaschine legen und in 21 Tagen daraus ein

Küchlein ausschlüpfen sehen, so staunen wir nicht mehr stumm die wundervollen Verwandlungen an, welche von der einfachen Eizelle zur zweiblättrigen Gastrula, von dieser zum wurmähnlichen und schädellosen Keime und von da zu weiteren Keimformen führen, die im Wesentlichen die Organisation eines Fisches, eines Amphibiums, eines Reptils und zuletzt erst des Vogels zeigen. Vielmehr schliessen wir daraus auf die entsprechende Formenreihe der Vorfahren, welche von der einzelligen Amoebe zur Stammform der Gastraea, und weiterhin durch die Klassen der Würmer, Schädellosen, Fische, Amphibien, Reptilien bis zu den Vögeln geführt haben. Die Reihe der Keimformen des Hühnchens gibt uns so ein skizzenhaftes Bild von seiner wirklichen Ahnenreihe.

Den unmittelbaren ursächlichen Zusammenhang, welcher dergestalt zwischen der Keimesgeschichte des organischen Individuums und der Stammesgeschichte seiner Vorfahren besteht, formulirt unser biogenetisches Grundgesetz in dem kurzen Satze: Die Keimesgeschichte ist ein Auszug der Stammesgeschichte, bedingt durch die Gesetze der Vererbung[10]. Nur dann erscheint dieser palingenetische Auszug wesentlich gestört, wenn durch Anpassung an die Bedingungen des embryonalen Lebens cenogenetische Veränderungen Platz gegriffen haben[11].

Diese stammesgeschichtliche (oder phylogenetische) Deutung der keimesgeschichtlichen (oder ontogenetischen) Erscheinungen ist bis jetzt die einzige Erklärung der letzteren. Sie erhält aber die wichtigste Bestätigung und Ergänzung durch die Resultate der vergleichenden Anatomie und Paläontologie. Exact oder gar experimentell beweisen lässt sich das freilich nicht. Denn alle diese biologischen Disciplinen sind der Natur der Sache nach historische und philosophische Naturwissenschaften. Ihre gemeinsame Aufgabe ist die Erkenntniss von geschichtlichen Vorgängen, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre, lange vor Entstehung des Menschengeschlechts, auf der Oberfläche unseres jugendlichen Planeten abgespielt haben. Die unmittelbare und exacte Erkenntniss derselben liegt also gänzlich ausser dem Bereiche der Möglichkeit.

Nur durch kritische Benutzung der historischen Urkun-

den, durch eben so umsichtige als kühne Speculation ist hier annähernde Erkenntniss mittelbar möglich. Die Stammesgeschichte benutzt diese Geschichts-Urkunden in derselben Weise und verwerthet sie nach derselben Methode, wie andere historische Disciplinen. Wie der Geschichtsschreiber mit Hülfe von Chroniken, Biographien, Briefen uns ein anschauliches Bild einer längst verflossenen Begebenheit entwirft; wie der Archäologe durch das Studium von Bildwerken, Inschriften, Geräthschaften die Erkenntniss von den Culturzuständen eines längst untergegangenen Volkes erwirbt, wie der Linguist durch vergleichende Untersuchung aller stammverwandten lebenden Sprachen und ihrer älteren Schriftdenkmäler uns deren Entwickelung und Ursprung aus einer gemeinsamen Ursprache nachweist; ganz ebenso gelangt heute der Naturhistoriker durch kritische Benutzung der phylogenetischen Urkunden, der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie zur annähernden Erkenntniss der Vorgänge, welche im Laufe ungemessener Perioden den Formenwechsel des organischen Lebens auf unserer Erde veranlasst haben[12].

Die Stammesgeschichte der Organismen oder die Phylogenie lässt sich daher ebensowenig exact oder experimentell begründen, wie ihre ältere und begünstigtere Schwester, die Geologie. Der hohe wissenschaftliche Werth dieser letzteren ist aber trotzdem jetzt allgemein anerkannt. Nur der Unkundige lächelt heute noch ungläubig bei der Erklärung, dass die gewaltigen Gebirgsmassen der Alpen, deren schneebedeckte Kämme aus weiter Ferne uns entgegen leuchten, weiter nichts seien, als erhärteter Meeresschlamm. Die Structur dieser geschichteten Gebirge und die Beschaffenheit der darin eingeschlossenen Versteinerungen gestattet keine andere Erklärung; und doch lässt sie sich nicht exact beweisen. Ebenso nehmen jetzt alle Geologen übereinstimmend eine bestimmte systematische Reihenfolge der Gebirgsschichten, entsprechend ihrem verschiedenen Alter, an; und doch ist dieses Schichtensystem nirgends auf der Erde vollständig vorhanden. Denselben Werth wie diese allgemein anerkannten geologischen Hypothesen dürfen aber auch unsere phylogenetischen

Hypothesen beanspruchen. Der Unterschied ist nur der, dass der gewaltige Hypothesenbau der Geologie ungleich vollendeter, einfacher und leichter zu begreifen ist, als derjenige der jugendlichen Phylogenie[13].

So knüpfen jetzt diese historischen Naturwissenschaften, Geologie und Phylogenie, das einende Band zwischen den exacten Naturwissenschaften einerseits und den historischen Geisteswissenschaften anderseits. Die gesammte Biologie, insbesondere aber die systematische Zoologie und Botanik, wird dadurch zum Range einer wahren Natur-Geschichte erhoben, ein Ehrentitel, den diese Fächer längst führten, aber erst jetzt verdienen. Wenn dieselben auch heute noch vielfach, sogar officiell[14], als „beschreibende Naturwissenschaften" bezeichnet und den „erklärenden" gegenüber gesetzt werden, so zeigt das nur, welchen falschen Begriff man bisher von ihrer wahren Aufgabe hatte. Seitdem das „natürliche System" der Organismen als ihr Stammbaum erkannt ist, tritt an die Stelle der todten beschreibenden Systematik die lebendige Stammesgeschichte der Klassen und Arten.

So hoch wir aber auch diesen ungeheuren Fortschritt der Morphologie anschlagen, so würde er doch allein nicht ausreichen, um die ausserordentliche Wirkung der heutigen Entwickelungslehre auf die Gesammtwissenschaft zu erklären. Diese beruht vielmehr, wie bekannt, auf einem einzigen speciellen Folgeschluss der Descendenz-Theorie, auf ihrer Anwendung auf den Menschen. Die uralte Frage von der Herkunft unseres eigenen Geschlechts wird dadurch zum ersten Male in naturwissenschaftlichem Sinne gelöst. Wenn überhaupt die Entwickelungslehre wahr ist, wenn es überhaupt eine natürliche Stammesgeschichte giebt, dann ist auch der Mensch, die Krone der Schöpfung, aus dem Stamme der Wirbelthiere hervorgegangen, aus der Klasse der Säugethiere, aus der Unterklasse der Placentalthiere, aus der Ordnung der Affen. Wenn schon Linné 1735 in seinem grundlegenden System der Natur den Menschen mit den Affen und Fledermäusen in der Ordnung der Primaten vereinigte, wenn alle folgenden Zoologen ihn nicht aus der Säugethier-Klasse zu entfernen vermochten, so lässt

sich diese einstimmig anerkannte systematische Stellung phylogenetisch nur als Abstammung von jener Thierklasse deuten[15].

Vergeblich bleiben alle Versuche, diesen bedeutungsvollsten Folgeschluss der Entwickelungslehre zu erschüttern; vergeblich sucht man dadurch eine besondere Ausnahmestellung für den Menschen zu retten, dass man für ihn eine besondere, vom Wirbelthier-Stammbaum getrennte Ahnenlinie construirt. Die phylogenetischen Urkunden der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie sprechen zu deutlich für eine einheitliche Abstammung aller Wirbelthiere von einer einzigen gemeinsamen Stammform, als dass wir heute noch daran zweifeln könnten. Kein einziger vergleichender Sprachforscher hält es für möglich, dass so verschiedene Sprachen wie die deutsche, russische, lateinische, griechische, indische aus verschiedenen Ursprachen sich entwickelt haben. Vielmehr gelangen alle Linguisten durch kritische Vergleichung des Baues und der Entwickelung dieser verschiedenen Sprachen übereinstimmend zu der Ueberzeugung, dass sie alle aus einer einzigen arischen oder indogermanischen Ursprache hervorgegangen sind[16]. Ganz ebenso drängt sich allen Morphologen die feste Ueberzeugung auf, dass alle Wirbelthiere vom Amphioxus bis zum Menschen hinauf, alle Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere ursprünglich von einem einzigen Urwirbelthier abstammen. Denn es ist undenkbar, dass alle die verschiedenen und höchst verwickelten Lebensbedingungen, welche durch eine lange Reihe von Entwickelungs-Processen zur typischen Wirbelthier-Bildung führten, mehr als einmal im Laufe der Erdgeschichte zufällig zusammengetroffen sind.

Da für unsere heutige Betrachtung nur die allgemeine Vorstellung vom Wirbelthier-Ursprung des Menschen wichtig ist, so wollen wir bei den einzelnen Ahnenstufen unseres Stammbaums nicht länger verweilen. Nur darauf möchten wir beiläufig noch hinweisen, dass mindestens die Hauptstufen desselben gegenwärtig schon als feststehend gelten[17], Dank den gediegenen Arbeiten unserer ausgezeichnetsten Morphologen, vor Allen Gegenbaur und Huxley[18]. Freilich wird auch heute noch oft angenommen,

dass damit bloss die Entstehung des menschlichen Körperbaues, nicht aber diejenige unserer Geistesthätigkeit erklärt sei. Diesem wichtigen Einwurfe gegenüber müssen wir vor Allem an die physiologische Thatsache erinnern, dass unser Seelenleben untrennbar an die Organisation unseres Central-Nervensystems geknüpft ist. Dieses letztere aber ist ebenso zusammengesetzt und entsteht ganz in derselben Weise, wie bei allen höheren Wirbelthieren. Auch sind nach Huxley's Untersuchungen die Unterschiede im Gehirnbau zwischen dem Menschen und den höheren Affen viel geringer, als die entsprechenden Unterschiede zwischen den höheren und niederen Affen. Da nun die Function oder Arbeit eines jeden Organes ohne das Organ selbst nicht denkbar ist, und da sich die Function überall Hand in Hand mit dem Organ entwickelt, so sind wir auch zu der Annahme gezwungen, dass unsere Seelenthätigkeit sich im Zusammenhang mit der phylogenetischen Ausbildung unseres Gehirnes langsam und stufenweise entwickelt hat.

Uebrigens erscheint uns heute diese bedeutungsvolle „Seelenfrage" in einem ganz anderen Lichte, als noch vor zwanzig, ja noch vor zehn Jahren. Gleichviel wie man sich auch den Zusammenhang von Seele und Leib, von Geist und Materie vorstellt, so geht so viel aus der heutigen Entwickelungslehre mit voller Klarheit hervor, dass mindestens alle organische Materie— wenn nicht überhaupt alle Materie — in gewissem Sinne beseelt ist. Zunächst hat uns die fortgeschrittene mikroskopische Untersuchung gelehrt, dass die anatomischen Elementartheile der Organismen, die Zellen, allgemein ein individuelles Seelenleben besitzen. Seitdem Schleiden vor vierzig Jahren in Jena die bedeutungsvolle Zellentheorie für das Pflanzenreich begründete und Schwann gleich danach sie auf das Thierreich übertrug, schreiben wir diesem mikroskopischen Lebewesen allgemein ein individuelles selbständiges Leben zu; sie sind die wahren „Individuen erster Ordnung", die „Elementar-Organismen" nach Brücke. Die grossartige und höchst fruchtbare Anwendung, welche Virchow in seiner Cellular-Pathologie von der Zellentheorie auf das Gesammt-

gebiet der theoretischen Medicin gegeben hat, beruht ja eben darauf, dass die Zellen nicht mehr als die todten, passiven Bausteine des Organismus, sondern als die lebendigen activen Staatsbürger desselben betrachtet werden.

Diese Auffassung wird endgiltig begründet durch das Studium der Infusorien, Amoeben und anderer einzelligen Organismen. Denn hier treffen wir bei den einzelnen, isolirt lebenden Zellen dieselben Aeusserungen des Seelenlebens, Empfindung und Vorstellung, Willen und Bewegung, wie bei den höheren, aus vielen Zellen zusammengesetzten Thieren! Nun ist aber eben so wohl bei diesen letzteren socialen Zellen, wie bei jenen ersteren Einsiedlerzellen das Seelenleben der Zelle an eine und dieselbe wichtigste Zellsubstanz, an das Protoplasma gebunden. Wir sehen sogar an den Moneren und anderen einfachsten Organismen, dass einzelne abgelöste Stückchen des Protoplasma ebenso Empfindung und Bewegung besitzen, wie die ganze Zelle. Danach müssen wir annehmen, dass die Zellseele[19], das Fundament der empirischen Psychologie, selbst wieder zusammengesetzt ist, nämlich das Gesammtresultat aus den psychischen Thätigkeiten der Protoplasma-Moleküle, die wir kurz Plastidule nennen. Die Plastidulseele[20] wäre demnach der letzte Factor des organischen Seelenlebens.

Hat aber hiermit unsere heutige Entwickelungslehre ihre psychologische Analyse erschöpft? Keineswegs! Vielmehr lehrt uns die neuere organische Chemie, dass die eigenthümlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Elementes, des Kohlenstoffes, in seiner verwickelten Verbindung mit anderen Elementen es sind, welche die eigenthümlichen physiologischen Eigenschaften der organischen Verbindungen, und vor Allen des Protoplasma bedingen. Die Moneren, bloss aus Protoplasma bestehend, schlagen hier die Brücke über die tiefe Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur. Sie zeigen uns, wie die einfachsten und ältesten Organismen ursprünglich aus anorganischen Kohlenstoff-Verbindungen entstanden sein müssen. Wenn somit bei der Urzeugung eine bestimmte Anzahl Kohlen-

stoff-Atome sich mit einer Anzahl Atomen von Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel zu der Einheit eines Plastidules (oder Protoplasma-Moleküles) verbinden, so müssen wir die Plastidulseele, d. h. die Gesammtsumme seiner Lebensthätigkeiten, als das nothwendige Produkt aus den Kräften jener vereinigten Atome betrachten. Die Summe der centralen Atom-Kräfte aber können wir in consequent monistischem Sinne auch „Atom-Seele“ nennen[21]. Durch zufälliges Zusammentreffen und mannichfaltige Verbindung der constanten unveränderlichen Atom-Seelen entstehen die mannichfaltigen höchst variablen Plastidul-Seelen, die molecularen Factoren des organischen Lebens.

Angelangt an dieser äussersten psychologischen Consequenz unserer monistischen Entwickelungslehre begegnen wir uns mit jenen alten Vorstellungen von der Beseelung aller Materie, welche schon in der Philosophie des Demokritos, Spinoza, Bruno, Leibniz, Schopenhauer einen verschiedenartigen Ausdruck gefunden haben. Denn alles Seelenleben lässt sich schliesslich auf die beiden Elementar-Functionen der Empfindung und Bewegung, auf ihre Wechselwirkung in der Reflexbewegung zurückführen. Die einfache Empfindung von Lust und Unlust, die einfache Bewegungsform der Anziehung und Abstossung, das sind die wahren Elemente, aus denen sich in unendlich mannichfaltiger und verwickelter Verbindung alle Seelenthätigkeit aufbaut. „Der Atome Hassen und Lieben,“ Anziehung und Abstossung der Moleküle, Bewegung und Empfindung der Zellen, und der aus Zellen zusammengesetzten Organismen, Gedankenbildung und Bewusstsein des Menschen[22] — das sind nur verschiedene Stufen des universalen psychologischen Entwickelungsprocesses.

Die Einheit der Weltanschauung (oder der „Monismus“) zu welcher uns die neue Entwickelungslehre demgemäss hinführt, löst den Gegensatz auf, welcher bisher zwischen den verschiedenen dualistischen Weltsystemen bestand. Sie vermeidet die Einseitigkeit des Materialismus, wie des Spiritualismus, sie verbindet den practischen Idealismus mit dem theoretischen Realismus, sie vereint

Naturwissenschaft und Geisteswissenschaft zu einer allumfassenden, einheitlichen Gesammtwissenschaft.

Indem wir so die heutige Entwickelungslehre als einigendes, einheitliches Bindemittel der verschiedenartigsten Wissenschaften anerkennen, gewinnt sie die höchste Bedeutung nicht nur für die reinen, theoretischen, sondern auch für die practischen, angewandten Disciplinen. Weder die practische Medicin, als angewandte Naturwissenschaft, noch die practische Staatswissenschaft, Jurisprudenz und Theologie, insoweit sie Theile der angewandten Philosophie sind, werden sich fortan ihrem Einflusse entziehen können. Vielmehr sind wir der Ueberzeugung, dass sie sich auf allen diesen Gebieten als der bedeutendste Hebel ebenso der fortschreitenden Erkenntniss, wie der veredelten Bildung überhaupt bewähren wird. Da nun der wichtigste Angriffspunkt der letzteren die Erziehung der Jugend ist, so wird die Entwickelungslehre als das wichtigste Bildungsmittel auch in der Schule ihren berechtigten Einfluss geltend machen müssen; sie wird hier nicht bloss geduldet, sondern massgebend und leitend werden.

Wenn es uns schliesslich gestattet ist, mit einigen Worten wenigstens die wichtigsten Punkte dieses Verhältnisses anzudeuten, so dürfte wohl zunächst die hohe Bedeutung der genetischen Methode an sich zu betonen sein. Sowohl Lehrer wie Lernende werden jeden Gegenstand des Unterrichts mit unendlich grösserem Interesse und Verständniss betrachten, wenn sie sich vor Allem die Frage vorlegen: Wie ist das entstanden? Wie hat sich das entwickelt? Denn mit dieser Entwickelungs-Frage ist ja zugleich die Frage nach den Ursachen der Thatsachen gegeben; und schliesslich ist es ja immer die Erkenntniss der bewirkenden Ursachen, nicht die blosse Kenntniss der Thatsachen, welche das stetige Causalitäts-Bedürfniss unserer Vernunft befriedigt. Die Erkenntniss gemeinsamer einfacher Ursachen für die verschiedensten verwickelten Erscheinungen führt ebenso zur Vereinfachung, wie zur Vertiefung unserer Bildung; nur durch causales Verständniss wird das todte Wissen zur lebendigen Wissenschaft. Nicht die Quantität der empirischen Kenntnisse, sondern die Qualität ihres

ursächlichen Verständnisses ist der wahre Maassstab geistiger Bildung!

Wie weit die Grundzüge der allgemeinen Entwickelungslehre schon jetzt in die Schulen einzuführen sind, in welcher Reihenfolge ihre wichtigsten Zweige: Kosmogenie, Geologie, Phylogenie der Thiere und Pflanzen, Anthropogenie in den verschiedenen Klassen zu lehren sind, das zu bestimmen müssen wir den praktischen Pädagogen überlassen. Wir glauben aber, dass eine weitgreifende Reform des Unterrichts in dieser Richtung unausbleiblich ist und vom schönsten Erfolge gekrönt sein wird. Wie unendlich wird z. B. der wichtige Sprach-Unterricht an Bildungswerth gewinnen, wenn derselbe vergleichend und genetisch betrieben wird! Wie wird sich das Interesse an der physikalischen Geographie steigern, wenn dieselbe genetiseh mit der Geologie verknüpft wird! Wie wird die langweilige todte Systematik der Thier- und Pflanzen-Arten Licht und Leben gewinnen, wenn dieselben als verschiedene Zweige eines gemeinsamen Stammbaumes erklärt werden! Und welch' anderes Verständniss werden wir vor Allem von unserem eigenen Organismus erlangen, wenn wir denselben nicht mehr im trüben Zauberspiegel der Mythologie als das fingirte Ebenbild eines anthropomorphen Schöpfers, sondern im klaren Tageslichte der Phylogenie als die höchst entwickelte Form des Thierreichs erkennen; als einen Organismus, welcher im Laufe vieler Jahrmillionen sich allmählich aus der Ahnenreihe der Wirbelthiere hervorgebildet und alle seine Verwandten im Kampfe um's Dasein weit überflügelt hat!

Indem die Entwickelungslehre dergestalt befruchtend und fördernd auf alle Unterrichtszweige einwirkt, wird sie zugleich in Lehrern und Schülern das Bewusstsein ihres einheitlichen Zusammenhanges wecken. Als historische Naturwissenschaft wird sie vermittelnd und versöhnend zwischen die beiden entgegengesetzten Richtungen treten, welche heute um die Herrschaft in der höheren Schulbildung ringen: einerseits die ältere, classische, historisch-philosophische, andrerseits die neuere, exacte, mathemathisch-physikalische Richtung. Beide Bildungs-Richtungen halten wir für

gleich berechtigt und gleich unentbehrlich; der menschliche Geist wird seine volle harmonische Ausbildung nur dann erreichen, wenn beiden gleichmässig genügt wird. Wenn aber früher allgemein die classische Bildung zu ausschliesslich und einseitig bevorzugt wurde, so geschieht das neuerdings nur zu oft mit der exacten Bildung. Beide Uebergriffe führt die Entwickelungslehre auf ihr rechtes Maass zurück, indem sie als einendes Band zwischen exacte und classische, zwischen Natur- und Geistes-Wissenschaft tritt. Ueberall lehrt sie den lebendigen Fluss der zusammenhängenden, einheitlichen und ununterbrochenen Entwickelung. Ueberall zeigt sie dem eifrigen Forscher neue wissenschaftliche Ziele hinter den bereits erreichten und zieht so „leise den strebenden Geist näher zur Wahrheit hinan.“ Die unendliche Perspective fortschreitender Vervollkommnung, welche uns die Entwickelungslehre so eröffnet, ist zugleich der beste Protest gegen das leidige „Ignorabimus,“ welches ihr jetzt von vielen Seiten entgegen tönt. Denn Niemand kann vorhersagen, welche „Grenzen des Natur-Erkennens“ der menschliche Geist im weiteren Gange seiner erstaunlichen Entwickelung noch künftig überschreiten wird![23]

Die weitaus wichtigste und schwierigste Anforderung, welche die practische Philosophie an die Entwickelungslehre stellt, scheint diejenige einer neuen Sittenlehre zu sein. Sicher wird nach wie vor die sorgfältige Ausbildung des sittlichen Characters, der religiösen Ueberzeugung die Hauptaufgabe der Erziehung bleiben müssen. Nun hielten aber bisher die weitesten Kreise an der Ueberzeugung fest, dass diese wichtigste Aufgabe nur im Zusammenhange mit gewissen kirchlichen Glaubenssätzen zu lösen sei. Da nun diese Dogmen, namentlich in Verbindung mit uralten Schöpfungs-Mythen, den Erkenntnissen der Entwickelungslehre geradezu widersprechen, glaubte man durch die letztere auch Religion und Moral auf das höchste gefährdet zu sehen.

Diese Befürchtung halten wir für irrig. Sie entspringt aus der beständigen Verwechselung zwischen der wahren, vernunftgemässen Naturreligion und der dogmatischen, mythologischen Kirchenreligion. Die vergleichende Religionsgeschichte, ein

wichtiger Zweig der Anthropologie, lehrt uns die grosse Mannichfaltigkeit der äusseren Hüllen kennen, in welche die verschiedenen Völker und Zeiten, ihrem individuellen Charakter und Bedürfniss entsprechend, den religiösen Gedanken einkleiden. Sie zeigt uns, dass die dogmatischen Lehren der Kirchenreligionen selbst in einem langsamen, ununterbrochenen Flusse der Entwickelung begriffen sind. Neue Kirchen und Secten entstehen, alte vergehen; im besten Falle hält sich eine bestimmte Glaubensform ein paar Jahrtausende, eine verschwindend kurze Zeitspanne in der Äonen-Reihe der geologischen Perioden. Endlich lehrt uns auch die vergleichende Culturgeschichte, wie wenig wahre Sittlichkeit mit einer bestimmten kirchlichen Glaubensform nothwendig verknüpft ist. Oft geht die grösste Rohheit und Verwilderung der Sitten Hand in Hand mit der absoluten Herrschaft einer allmächtigen Kirche; man denke nur an das Mittelalter! Anderseits sehen wir die höchste Stufe sittlicher Vollkommenheit von solchen Männern erreicht, welche von jedem Kirchenglauben sich abgelöst haben.

Unabhängig von jedem kirchlichen Bekenntniss lebt in der Brust jedes Menschen der Keim einer echten Naturreligion; sie ist mit den edelsten Seiten des Menschenwesens selbst untrennbar verknüpft. Ihr höchstes Gebot ist die Liebe, die Einschränkung unseres natürlichen Egoismus zu Gunsten unserer Mitmenschen und zum Besten der menschlichen Gesellschaft, deren Glieder wir sind. Dieses natürliche Sittengesetz ist viel älter als alle Kirchenreligion; es hat sich aus den socialen Instincten der Thiere entwickelt[24]. Bei Thieren sehr verschiedener Klassen, vor Allen bei Säugethieren, Vögeln und Insecten, treffen wir die Anfänge desselben an. Nach den Gesetzen der Gesellung (Association) und der Arbeitstheilung vereinigen sich hier viele Personen zu der höheren Gemeinschaft eines Stockes oder Staates. Das Bestehen desselben ist mit Nothwendigkeit an die Wechselwirkung der Gemeindeglieder und an die Opfer geknüpft, welche dieselben auf Kosten ihres Egoismus dem Ganzen bringen. Das Bewusstsein dieser Nothwendigkeit, das Pflichtgefühl, ist nichts anderes, als ein socialer Instinct. Der Instinct ist aber immer eine

psychische Gewohnheit, welche ursprünglich durch Anpassung erworben, dann aber im Laufe der Generationen erblich geworden ist und zuletzt „angeboren“ erscheint.

Um uns von der bewunderungswürdigen Macht des thierischen Pflichtgefühles zu überzeugen, brauchen wir blos einen Ameisenhaufen zu zertrümmern. Da sehen wir sofort inmitten der Zerstörung Tausende eifriger Staatsbürger nicht mit Rettung ihres eigenen lieben Lebens beschäftigt, sondern mit dem Schutze des theuren Gemeinwesens, welchem sie angehören. Muthige Krieger des Ameisenstaates setzen sich zur kräftigen Gegenwehr gegen unseren eindringenden Finger; Pflegerinnen der Jugend retten die sogenannten „Ameisen-Eier“, die geliebten Puppen, auf denen die Zukunft des Staates beruht; emsige Arbeiter beginnen sofort mit unverdrossenem Muthe, die Trümmerhaufen wegzuräumen und neue Wohnungen einzurichten. Die bewunderungswürdigen Culturzustände dieser Ameisen, der Bienen und anderer socialen Thiere haben sich aber ursprünglich ebenso aus den rohesten Anfängen entwickelt, wie unsere eigene menschliche Cultur.

Selbst jene zartesten und schönsten Regungen des menschlichen Gemüthslebens, die wir vorzugsweise poetisch verherrlichen, finden wir bereits im Thierreiche vorgebildet. Oder ist nicht die innige Mutterliebe der Löwin, die rührende Gattenliebe der Papageien („Inseparables“), die aufopfernde Treue des Hundes längst sprichwörtlich? Die edelsten Affecte des Mitgefühls und der Liebe, welche die Handlungsweise bestimmen, sind hier wie beim Menschen nichts anderes als veredelte Instincte. Anknüpfend an diese Auffassung hat also die Ethik der Entwickelungslehre keine neuen Grundsätze aufzusuchen, sondern vielmehr die uralten Pflichtgebote auf ihre naturwissenschaftliche Basis zurückzuführen. Lange vor der Entstehung aller Kirchen-Religion regelten diese natürlichen Pflichtgebote das gesetzliche Zusammenleben der Menschen, wie der socialen Thiere. Diese bedeutungsvolle Erkenntniss sollte sich die Kirchen-Religion zu Nutze machen, statt sie zu bekämpfen. Denn nicht derjenigen Theologie gehört die Zukunft, welche gegen die siegreiche Entwickelungslehre einen

fruchtlosen Kampf führt, sondern derjenigen, welche sich ihrer bemächtigt, sie anerkennt und verwerthet.

Weit entfernt also, in dem Einflusse der Entwickelungslehre auf unsere religiösen Ueberzeugungen eine Erschütterung aller geltenden Sittengesetze und eine verderbliche Emancipation des Egoismus zu fürchten, hoffen wir davon vielmehr eine vernunftgemässe Begründung der Sittenlehre auf der unerschütterlichen Basis fester Naturgesetze. Denn mit der klaren Erkenntniss unserer wahren Stellung in der Natur eröffnet uns die Anthropogenie zugleich die Einsicht in die Nothwendigkeit unserer uralten socialen Pflichtgebote. Wie die theoretische Gesammtwissenschaft, so wird auch die praktische Philosophie und Pädagogik von nun an ihre wichtigsten Grundsätze nicht mehr aus angeblichen Offenbarungen, sondern aus den natürlichen Erkenntnissen der Entwickelungslehre ableiten. Dieser Sieg des Monismus über den Dualismus eröffnet uns den hoffnungsvollsten Fernblick auf einen unendlichen Fortschritt ebenso unserer moralischen wie unserer intellectuellen Entwickelung! In diesem Sinne begrüssen wir die heutige, von Darwin neu begründete Entwickelungslehre als die wichtigste Förderung unserer reinen und angewandten Gesammtwissenschaft!

Anmerkungen.

[1] (S. 4.) Charles Darwin hat in seinem Hauptwerk („Über die Entstehung der Arten durch natürliche Züchtung") 1859 bereits alle Hauptpunkte seiner eigenen Entwickelungslehre erörtert und klargestellt, mit Ausnahme ihrer Anwendung auf den Menschen, welche erst 1871 in dem Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl" folgte. Seine übrigen Schriften enthalten nur weitere Belegung und bestimmtere Ausführung der in jenem Hauptwerke niedergelegten Grundgedanken.

[2] (S. 4.) Über das Verhältniss von Immanuel Kant zur Entwickelungslehre vergl. Fritz Schultze: „Kant und Darwin; ein Beitrag zur Geschichte

der Entwickelungslehre 1875.“ Über die Bedeutung, welche Wolfgang Goethe für die allgemeine Entwickelungslehre besitzt, vergl. meine „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ (VI. Aufl. S. 73).

[3] (S. 4.) Die Philosophie Zoologique von Lamarck (1809 erschienen, kürzlich von Arnold Lang in das Deutsche übersetzt) ist die einzige Schrift, welche vor Darwin (1809 geboren) das Gesammtgebiet der biologischen Entwickelungslehre im Zusammenhang und auf Grund der mechanischen Weltanschauung darzustellen unternahm; ein höchst grossartiger, wenn auch verfrühter Versuch.

[4] (S. 4.) Lorenz Oken's Verdienste um die Entwickelungslehre werden gewöhnlich insofern einseitig beurtheilt, als man die phantastischen Auswüchse seiner naturphilosophischen Schriften in den Vordergrund stellt. Dem gegenüber darf daran erinnert werden, dass er nicht nur das fundamentale Princip der einheitlichen Entwickelung des Weltganzen festhielt, sondern auch die Grundgedanken der Zellentheorie und Protoplasma-Theorie antecipirte, und zuerst in unserem Jahrhundert die beobachtende Entwickelungsgeschichte wieder aufnahm (Untersuchungen über die Bildung des Darmkanals, 1806). Vergl. „Natürl. Schöpfungsgeschichte“ VI. Aufl. S. 86.

[5] (S. 5.) Es gehört sicher zu den merkwürdigsten Erscheinungen in der Geschichte der Wissenschaft, dass thatsächlich die von Cuvier aufgestellte übernatürliche Catastrophenlehre sich noch volle dreissig Jahre hindurch in der mächtig emporblühenden Biologie halten konnte, trotzdem die entgegengesetzte natürliche Continuitätslehre von Lamarck schon 1809 begründet und seit 1830 durch Lyell in der Geologie zur Geltung gelangt war. Vergl. „Natürl. Schöpfungsgeschichte“ (VI. Aufl. S. 111, 115.)

[6] (S. 5). Als ich vor 14 Jahren auf der 38. Naturforscherversammlung in Stettin (am 19. September 1863) einen Vortrag über „die Entwickelungstheorie Darwin's“ hielt und damit dieselbe zum ersten Male zum Gegenstande der öffentlichen Besprechung in einer solchen Versammlung machte, wurde von der grossen Mehrheit ihr die Anerkennung entschieden versagt, die sie heute bei allen competenten Naturforschern bereitwillig findet. Vergl. das Vorwort zur vierten Aufl. der Natürl. Schöpfungsgeschichte.

[7] (S. 6). Chorologie (die Lehre von der geographischen und topographischen Verbreitung der Organismen) und Oekologie (die Lehre vom Haushalte, den Lebensgewohnheiten der Organismen und ihren Beziehungen zu einander) sind physiologische Disciplinen, welche zwar nicht so unmittelbar, wie die morphologischen, die Wahrheit der Descendenz-Theorie bezeugen, deren allgemeine Erscheinungen aber auch nur durch letztere erklärt werden können. (Vergl. den XIV. Vortrag der Natürl. Schöpfungsgeschichte.)

[8] (S. 6). Dysteleogie oder „Unzweckmässigkeitslehre“ nennen wir die Lehre von den rudimentären Organen desshalb, weil sie in einfacherer und klarerer Weise als alle anderen Erscheinungen die weitverbreitete, in der dualistischen Philosophie herrschende Teleologie oder Zweckmässigkeitslehre widerlegt. Vergl. meine Generelle Morphologie, Bd. II, S. 266.

[9] (S. 7). Als „exacte“ Morphologie lässt sich z. B. die Krystallographie und die Promorphologie der Organismen bezeichnen; denn letztere sucht gleich der ersteren die realen Körperformen (dort der Krystalle, hier der organischen Individuen) auf geometrische ideale Grundformen zurückzuführen. Allein der bei weitem grössere Theil der Morphologie, und ebenso auch ein grosser Theil der Physiologie (z. B. Chorologie, Oekologie, Psychologie) sind der mathematischen Behandlung grösstentheils unzugänglich, mithin nicht exact.

[10] (S. 8). Das biogenetische Grundgesetz lautet in schärferer Fassung folgendermaassen: „Die Keimesentwickelung (Ontogenesis) ist eine gedrängte und abgekürzte Wiederholung der Stammesentwickelung (Phylogenesis); und zwar ist diese Wiederholung um so vollständiger, je mehr durch beständige Vererbung die ursprüngliche Auszugsentwickelung (Palingenesis) beibehalten wird; hingegen ist die Wiederholung um so unvollständiger, je mehr durch wechselnde Anpassung die spätere Fälschungsentwickelung (Cenogenesis) eingeführt wird.“ (Vergl. meine „Anthropogenie“, III. Aufl. S. 11).

[11] (S. 8). Die cenogenetischen „Fälschungen“ (oder Störungen) welche in dem ursprünglichen palingenetischen Entwickelungsgange durch Anpassung der Embryonen an die embryonalen Existenz-Bedingungen herbeigeführt werden, sind zum grossen Theile Verschiebungen der örtlichen und zeitlichen Entwickelungsverhältnisse (Heterotopien und Heterochronien), zum andern Theil embryonale Neubildungen (z. B. Bildung der Eihüllen, des Dottersacks u. s. w.). (Vergl. Anthropogenie S. 9.)

[12] (S. 9). Der historische Character der morphologischen Naturwissenschaften (vor allen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie, wie der Paläontologie) kann nicht genug betont werden; möglichst exacte Beschreibung der empirischen Thatsachen ist natürlich hier, wie auch in jeder historischen Wissenschaft zu fordern; aber diese Wissenschaften selbst können niemals exact werden.

[13] (S. 10). Geologie und Phylogenie verfolgen nicht allein verwandte Ziele, sondern bedienen sich auch derselben Methoden. In beiden Disciplinen gilt es, durch denkende Vergleichung zahlreicher einzelner Thatsachen, kritische Beurtheilung ihrer historischen Bedeutung und speculative Ergänzung der empirischen Lücken den zusammenhängenden historischen Entwickelungsgang (dort der Erde, hier ihrer Bewohner) herzustellen. Vergl. Anthropogenie (III. Aufl. S. 329, 382).

[14] (S. 10). Beschreibende Naturwissenschaften heissen noch heute officiell (z. B. in Preussischen Prüfungs-Reglements) die biologischen Disciplinen im Gegensatze zur Physik und Chemie. An sich schon enthält diese Bezeichnung eine Contradictio in adjecto; denn eine wirkliche Wissenschaft kann niemals blos beschreibend sein; ausserdem aber ist in der Botanik und Zoologie so gut wie in der Physik und Chemie, in der Morphologie so gut wie in der Physiologie, die empirische Beschreibung der That-

sachen nur die Voraussetzung, ihre causale Erklärung hingegen das philosophische Ziel der Wissenschaft.

[15] (S. 11). Die Abstammung des Menschen von anderen Säugethieren, und zunächst von catarhinen Affen, ist ein Deductions-Gesetz, welches mit Nothwendigkeit aus dem Inductions-Gesetze der Descendenz-Theorie folgt. „Natürl. Schöpfungsgeschichte" VI. Aufl. S. 648.

[16] (S. 11). August Schleicher, die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft. 1863. Die Vergleichung der Phylogenie mit der „vergleichenden Sprachforschung" ist auch in anderer Beziehung sehr lehrreich. Vergl. „Anthropogenie" (III. Aufl. S. 392).

[17] (S. 11). Die Ahnenreihe des Menschen, wie sie die „Anthropogenie" (im XVI.—XIX. Vortrage) entwirft, ist nicht mehr und nicht minder wissenschaftlich berechtigt, wie jede andere phylogenetische und geologische Hypothese, wenn auch die verschiedenen Ahnenstufen ungleich sicher zu begründen sind. Wenn Du Bois-Reymond („Darwin versus Galiani", 1876) meint, „die von der Schöpfungsgeschichte entworfenen Stammbäume unseres Geschlechts seien etwa ebenso viel werth, wie in den Augen der historischen Kritik die Stammbäume Homerischer Helden", so beweist er damit nur seine auffallende Unbekanntschaft mit den morphologischen Forschungen, auf welche jene Staumbäume sich gründen. Wenn derselbe ebenda die Phylogenie „einen Roman" nennt, so muss er auch die Geologie so nennen.

[18] (S. 11). Für die Erkenntniss der Wirbelthier-Ahnen des Menschen sind von grösster Bedeutung die ebenso gründlichen als kritischen „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" von Carl Gegenbaur. (Vergl. auch dessen „Grundzüge der vergleichenden Anatomie.")

[19] (S. 13). „Zellseele" in monistischem Sinne ist die Gesammtheit der Spannkräfte, die im Protoplasma aufgespeichert sind. Die Zellseele ist also an ihren Protoplasma-Leib ebenso unzertrennlich gebunden, wie die menschliche Seele an das Gehirn und Rückenmark.

[20] (S. 13). Plastidul-Seele. Die „Plastidule" oder Protoplasma-Moleküle, die kleinsten gleichartigen Theile des Protoplasma, sind nach unserer Plastiden-Theorie als die activen Factoren aller Lebensthätigkeiten zu betrachten. Die Plastidul-Seele unterscheidet sich von der anorganischen Molekül-Seele durch den Besitz des Gedächtnisses. Vergl. meine „Plastiden-Theorie" (in den „Studien über Moneren und andere Protisten," 1872); sowie meine Schrift über die „Perigenesis der Plastidule oder Wellenzeugung der Lebenstheilchen. Ein Versuch zur mechanischen Erklärung der elementaren Entwickelungs-Vorgänge." Berlin 1876.

[21] (S. 14). Atom-Seele. Die neueren Streitigkeiten über die Beschaffenheit der Atome, die wir in irgend einer Form als letzte Elementar-Factoren aller physikalischen und chemischen Processe anerkennen müssen, scheinen am einfachsten durch die Annahme gelöst zu werden, dass diese kleinsten Massentheilchen als Kraftcentra eine constante Seele besitzen, dass jedes Atom mit Empfindung und Bewegung begabt ist. Vergl. auch

Gustav Tschermak, die Einheit der Entwickelung in der Natur, Wien 1876; und Zöllner, Ueber die Natur der Kometen, Leipzig 1872.

[22] (S. 14). Das Bewusstsein wird seit dem Vortrage, den E. Du Bois-Reymond 1872 auf der 45sten Deutschen Naturforscher-Versammlung zu Leipzig hielt, sehr allgemein als eine unübersteigliche Grenze des Naturerkennens angesehen, und zwar als eine zweite, welche von der ersten Grenze (dem Zusammenhang von Materie und Kraft) verschieden sei. Unzweifelhaft sind aber diese beiden Grenzen in Wahrheit eine und dieselbe, obgleich Du Bois-Reymond meint, dass „wir auch in diesem Punkte nicht zur Klarheit kommen, und alles weitere Reden darüber müssig bleibe" (l. c. p. 33). So wenig wir heute auch im Stande sind, das Wesen des Bewusstseins völlig zu erklären, so lässt doch die vergleichende und genetische Betrachtung des Bewustseins klar erkennen, dass dasselbe nur eine höhere und zusammengesetztere Function der Nervenzellen ist.

[23] (S. 17). Das „Ignorabimus", welches E. Du Bois-Reymond in dem eben citirten Vortrage (Note 22) dem Fortschritt unserer Erkenntniss entgegenhält, wird jetzt bei jeder Gelegenheit von den Gegnern der Entwickelungslehre als „Testimonium paupertatis" der Naturwissenschaft angerufen. Wir wollen daher auch hier (wie bereits in dem Vorwort zur „Anthropogenie") ausdrücklich dagegen protestiren. Denn gerade die Entwickelungslehre des Seelenlebens zeigt uns, wie dasselbe von der niederen Stufe der einfachen Zellseele durch eine erstaunliche Reihe von allmählichen Entwickelungsstufen sich bis zur Menschenseele emporgearbeitet hat. Niemand ist daher zu der Behauptung berechtigt, dass wir die heute unübersteiglich scheinenden Erkenntniss-Schranken in Zukunft nicht doch überschreiten werden. Darwin sagt in der Einleitung zu seiner „Abstammung des Menschen": „Es sind immer diejenigen, welche wenig wissen, und nicht die, welche viel wissen, welche positiv behaupten, dass dieses oder jenes Problem nie von der Wissenschaft werde gelöst werden."

[24] (S. 16). Die socialen Instincte der Thiere sind neuerdings von verschiedenen Seiten mit vollem Rechte als die Urquellen der Moral auch für den Menschen in Anspruch genommen worden. Die Gesetze der Association und Arbeitstheilung bewirken hier wie dort die Wechselwirkung der vereinigten Individuen, welche zum Pflichtgefühl führt. Demnach wird auch die Culturgeschichte der Thiere, ein noch fast unbebautes Feld der Zoologie, jetzt die Aufgabe haben, die Culturzustände der Ameisen, Bienen und anderer gesellig lebender Thiere in ähnlicher Weise aus niederen rohen Verhältnissen historisch abzuleiten, wie das auch die Aufgabe der menschlichen Culturgeschichte ist.

N.D. 6611
D81
D81
1891

ÜBER DIE GRENZEN DES NATURERKENNENS.

EIN VORTRAG

IN DER

ZWEITEN ÖFFENTLICHEN SITZUNG

DER 45. VERSAMMLUNG

DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

ZU LEIPZIG

AM 14. AUGUST 1872

GEHALTEN

VON

EMIL DU BOIS-REYMOND, 1818-1896.

In Nature's infinite book of secrecy
A little we can read.

DRITTE AUFLAGE.

LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1873.

Alle Rechte vorbehalten.

Meine Herren!

Wie es einen Welteroberer der alten Zeit an einem Rasttag inmitten seiner Siegeszüge verlangen konnte, die Grenzen der unübersehbaren seiner Herrschaft unterworfenen Länderstrecken genauer festgestellt zu sehen, um hier ein noch nicht zinspflichtig gemachtes Volk zum Tribut heranzuziehen, dort in der Wasserwüste ein seinen Reiterschaaren unüberwindliches Naturhinderniss, und die wahre Schranke seiner Macht zu erkennen: so wird es für die Weltbesiegerin unserer Tage, die Naturwissenschaft, kein unangemessenes Beginnen sein, wenn sie bei festlicher Gelegenheit von der Arbeit ruhend die wahren Grenzen ihres unermesslichen Reiches einmal klar sich vorzuzeichnen versucht. Für um so gerechtfertigter halte ich dies Unternehmen, als ich glaube, dass über die Grenzen des Naturerkennens zwei Irrthümer sehr verbreitet sind, und als ich es für möglich halte, einer solchen Betrachtung, trotz ihrer scheinbaren Trivialität,

auch für die, welche jene Irrthümer nicht theilen, einige neue Seiten abzugewinnen.

Ich setze mir also vor, die Grenzen des Naturerkennens aufzusuchen, und beantworte zunächst die Frage, was Naturerkennen sei.

Naturerkennen — genauer gesagt naturwissenschaftliches Erkennen oder Erkennen der Körperwelt mit Hülfe und im Sinne der theoretischen Naturwissenschaft — ist Zurückführen der Veränderungen in der Körperwelt auf Bewegungen von Atomen, die durch deren von der Zeit unabhängige Centralkräfte bewirkt werden, oder Auflösung der Naturvorgänge in Mechanik der Atome. Es ist psychologische Erfahrungsthatsache, dass, wo solche Auflösung gelingt, unser Causalitätsbedürfniss vorläufig sich befriedigt fühlt. Die Sätze der Mechanik sind mathematisch darstellbar, und tragen in sich dieselbe apodiktische Gewissheit, wie die Sätze der Mathematik. Indem die Veränderungen in der Körperwelt auf eine constante Summe potentieller und kinetischer Energie, welche einer constanten Menge von Materie anhaftet, zurückgeführt werden, bleibt in diesen Veränderungen selber nichts zu erklären übrig.

KANT's Behauptung in der Vorrede zu den *Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft,* „dass in „jeder besonderen Naturlehre nur so viel eigentliche „Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin

„Mathematik anzutreffen sei“ — ist also vielmehr noch dahin zu verschärfen, dass für Mathematik Mechanik der Atome gesetzt wird. Sichtlich dies meinte er selber, als er der Chemie den Namen einer Wissenschaft absprach, und sie unter die Experimentallehren verwies. Es ist nicht wenig merkwürdig, dass in unserer Zeit die Chemie, indem sie durch Entdeckung der Substitution gezwungen wurde, den elektrochemischen Dualismus aufzugeben, sich von dem Ziel, eine Wissenschaft in diesem Sinne zu werden, scheinbar wieder weiter entfernt hat.

Denken wir uns alle Veränderungen in der Körperwelt in Bewegungen von Atomen aufgelöst, die durch deren constante Centralkräfte bewirkt werden, so wäre das Weltall naturwissenschaftlich erkannt. Der Zustand der Welt während eines Zeitdifferentiales erschiene als unmittelbare Wirkung ihres Zustandes während des vorigen und als unmittelbare Ursach ihres Zustandes während des folgenden Zeitdifferentiales. Gesetz und Zufall wären nur noch andere Namen für mechanische Nothwendigkeit. Ja es lässt eine Stufe der Naturerkenntniss sich denken, auf welcher der ganze Weltvorgang durch Eine mathematische Formel vorgestellt würde, durch Ein unermessliches System simultaner Differentialgleichungen, aus dem sich Ort, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit jedes Atomes im Weltall zu jeder Zeit ergäbe. „Ein

„Geist", sagt LAPLACE, „der für einen gegebenen Augen-
„blick alle Kräfte kennte, welche in der Natur wirksam
„sind, und die gegenseitige Lage der Wesen, aus denen
„sie besteht, wenn sonst er umfassend genug wäre, um
„diese Angaben der Analysis zu unterwerfen, würde in
„derselben Formel die Bewegungen der grössten Welt-
„körper und des leichtesten Atoms begreifen: nichts
„wäre ungewiss für ihn, und Zukunft wie Vergangenheit
„wäre seinem Blicke gegenwärtig. Der menschliche Ver-
„stand bietet in der Vollendung, die er der Astronomie
„zu geben gewusst hat, ein schwaches Abbild solchen
„Geistes dar."[1]

In der That, wie der Astronom nur der Zeit in den Mondgleichungen einen gewissen negativen Werth zu ertheilen braucht, um zu ermitteln, ob, als PERIKLES nach Epidaurus sich einschiffte, die Sonne für den Piraeeus verfinstert ward, so könnte der von LAPLACE gedachte Geist durch geeignete Discussion seiner Weltformel uns sagen, wer die Eiserne Maske war oder wie der „Präsident" zu Grunde ging. Wie der Astronom den Tag vorhersagt, an dem nach Jahren ein Komet aus den Tiefen des Weltraumes am Himmelsgewölbe wieder auftaucht, so läse jener Geist in seinen Gleichungen den Tag, da das griechische Kreuz von der Sophienmoschee blitzen oder da England seine letzte Steinkohle verbrennen wird. Setzte er in der Weltformel $t = -\infty$, so

enthüllte sich ihm der räthselhafte Urzustand der Dinge. Er sähe im unendlichen Raume die Materie bereits entweder bewegt oder ungleich vertheilt, da bei gleicher Vertheilung das labile Gleichgewicht nie gestört worden wäre. Liesse er t im positiven Sinn unbegrenzt wachsen, so erführe er, ob CARNOT's Satz erst nach unendlicher oder schon nach endlicher Zeit das Weltall mit eisigem Stillstande bedroht. Solchem Geiste wären die Haare auf unserem Haupte gezählt, und ohne sein Wissen fiele kein Sperling zur Erde. Ein vor- und rückwärts gewandter Prophet, wäre ihm, wie schon D'ALEMBERT in der Einleitung zur Encyklopaedie, LAPLACE's Gedanken im Keime hegend, es ausdrückte, „das Weltganze nur „eine einzige Thatsache und Eine grosse Wahrheit".[2]

Auch bei LEIBNIZ findet der LAPLACE'sche Gedanke sich schon, ja gewissermaassen weiter entwickelt als bei LAPLACE selber, insofern LEIBNIZ jenen Geist auch mit Sinnen und mit technischem Vermögen von entsprechender Vollkommenheit ausgestattet sich denkt. BAYLE hatte gegen die Lehre von der praestabilirten Harmonie eingewendet, sie mache für den menschlichen Körper eine Voraussetzung ähnlich der eines Schiffes, das durch eigene Kraft dem Hafen zusteure. LEIBNIZ erwiedert, dies sei gar nicht so unmöglich, wie BAYLE meine. „Es „ist kein Zweifel", sagt er, „dass ein Mensch eine Ma„schine machen könnte, fähig einige Zeit in einer Stadt

„sich umher zu bewegen und genau an gewissen Strassen-
„ecken einzulenken. Ein unvergleichlich vollkommnerer,
„obwohl beschränkter Geist könnte auch eine unvergleichlich
„grössere Anzahl von Hindernissen vorhersehen und ihnen
„ausweichen. So wahr ist dies, dass wenn, wie Einige
„glauben, diese Welt nur aus einer endlichen Anzahl
„nach den Gesetzen der Mechanik sich bewegender Atome
„bestände, es gewiss ist, dass ein endlicher Geist erhaben
„genug sein könnte, um Alles, was zu bestimmter Zeit
‚darin geschehen muss, zu begreifen und mit mathema-
„tischer Gewissheit vorherzusehen; so dass dieser Geist
„nicht nur ein Schiff bauen könnte, das von selber einem
„gegebenen Hafen zusteuerte, wenn ihm einmal die ge-
„hörige innere Kraft und die Richtung ertheilt wäre,
„sondern er könnte sogar einen Körper bilden, der die
„Handlungen eines Menschen nachahmte".[3]

Es braucht nicht gesagt zu werden, dass der menschliche Geist von dieser vollkommenen Naturerkenntniss stets weit entfernt bleiben wird. Um den Abstand zu zeigen, der uns sogar von deren ersten Anfängen trennt, genügt Eine Bemerkung. Ehe die Differentialgleichungen der Weltformel angesetzt werden könnten, müssten alle Naturvorgänge auf Bewegungen eines substantiell unterschiedslosen, mithin eigenschaftslosen Substrates dessen zurückgeführt sein, was uns als verschiedenartige Materie erscheint, mit anderen Worten, alle Qualität

müsste aus Anordnung und Bewegung solchen Substrates erklärt sein.

Dies ist völlig im Einklange mit der Lehre von den Sinnen. Allem Ermessen nach leiten Sinnesorgane und -Nerven den zugehörigen Hirnprovinzen oder, wie Joh. Müller sie nannte, den Sinnsubstanzen schliesslich einerlei Bewegung zu. Wie in dem von Hrn. Bidder ersonnenen, Hrn. Vulpian gelungenen Versuch am Tast- und Muskelnerven der Zunge Empfindungs- und Bewegungsfasern so mit einander verheilen, dass Erregung von Fasern der einen Art durch die Narbe auf Fasern der anderen Art übergeht, so würden, wäre der Versuch möglich, vollends Fasern verschiedener Sinnesnerven mit einander verschmelzen. Bei über's Kreuz verheilten Seh- und Hörnerven hörten wir mit dem Auge den Blitz als Knall, und sähen mit dem Ohre den Donner als Reihe von Lichteindrücken.[4] Die Sinnesempfindung als solche entsteht also erst in den Sinnsubstanzen. Diese Substanzen sind es, welche die in allen Nerven gleichartige Erregung überhaupt erst in Sinnesempfindung übersetzen, und dabei je nach ihrer Natur, als Träger der „specifischen Energien" Joh. Müller's, die Qualität erzeugen. Das mosaische: Es ward Licht, ist physiologisch falsch. Licht ward erst, als der erste rothe Augenpunkt eines Infusoriums zum ersten Male Hell und Dunkel unterschied. Ohne Seh- und ohne Gehörsinnsubstanz wäre

diese farbenglühende, tönende Welt um uns her finster und stumm.

Und stumm und finster an sich, d. h. eigenschaftslos, wie sie aus der subjectiven Zergliederung hervorgeht, ist die Welt auch für die durch objective Betrachtung gewonnene mechanische Anschauung, welche statt Schalles und Lichtes nur Schwingungen eines eigenschaftslosen, dort zur wägbaren, hier zur unwägbaren Materie gewordenen Urstoffes kennt.

Aber wie wohlbegründet diese Vorstellungen im Allgemeinen auch sind, zu ihrer Durchführung im Einzelnen fehlt noch so gut wie Alles. Der Stein der Weisen, der die heute noch unzerlegten Stoffe ineinander umwandelte und aus einem höheren Grundstoffe, wenn nicht dem Urstoffe selber, erzeugte, müsste gefunden sein, ehe die ersten Vermuthungen über Entstehung scheinbar verschiedenartiger aus in Wirklichkeit unterschiedsloser Materie möglich würden.

Obschon der menschliche Geist von dem von LAPLACE gedachten Geiste stets weit entfernt bleiben wird, ist er doch nur stufenweise davon verschieden, etwa wie eine bestimmte Ordinate einer Curve von einer zwar ausnehmend viel grösseren, jedoch noch endlichen Ordinate derselben Curve. Wir gleichen diesem Geist, denn wir begreifen ihn. Ja es ist die Frage, ob nicht ein Geist wie NEWTON'S von dem von LAPLACE gedachten Geiste

sich weniger unterscheidet, als der Geist eines Australnegers oder eines Pescheräh's vom Geiste NEWTON's. Mit anderen Worten, die Unmöglichkeit, die Differentialgleichungen der Weltformel aufzustellen, zu integriren und das Ergebniss zu discutiren, ist keine grundsätzliche, sondern beruht auf der Unmöglichkeit, die nöthigen thatsächlichen Bestimmungen zu erlangen, und, selbst wenn dies möglich wäre, auf deren unermesslicher Ausdehnung, Mannigfaltigkeit und Verwickelung.

Die Naturerkenntniss, welche der von LAPLACE gedachte Geist besässe, stellt somit die höchste denkbare Stufe unseres eigenen Naturerkennens vor. Wir können deshalb jene Erkenntniss bei der Untersuchung über die Grenzen dieses Erkennens zu Grunde legen. Was bei ihr unerkannt bliebe, das wird unserem in so viel engeren Schranken eingeschlossenen Geiste vollends verborgen bleiben.

Zwei Stellen sind es nun, wo auch der von LAPLACE gedachte Geist vergeblich weiter vorzudringen trachten würde, vollends wir stehen zu bleiben gezwungen sind.

Erstens nämlich ist daran zu erinnern, dass das Naturerkennen, welches vorher als unser Causalitätsbedürfniss vorläufig befriedigend bezeichnet wurde, in Wahrheit dies nicht thut, und kein Erkennen ist. Die Vorstellung, wonach die Welt aus stets dagewesenen und unvergänglichen kleinsten Theilen besteht, deren Centralkräfte alle

Bewegung erzeugen, ist gleichsam nur Surrogat einer Erklärung. Sie führt, wie bemerkt, alle Veränderungen in der Körperwelt auf eine constante Summe von Kräften und eine constante Menge von Materie zurück, und lässt an den Veränderungen selber also nichts zu erklären übrig. Bei dem gegebenen Dasein jenes Constanten können wir, der gewonnenen Einsicht froh, eine Zeit lang uns beruhigen; bald aber verlangen wir tiefer einzudringen, und es selber seinem Wesen nach zu begreifen. Da ergiebt sich denn bekanntlich, dass zwar innerhalb bestimmter Grenzen die atomistische Vorstellung für den Zweck unserer physikalisch-mathematischen Ueberlegungen brauchbar, ja unentbehrlich ist, dass sie aber, wenn die Grenzen der an sie zu stellenden Forderungen überschritten werden, als Corpuscular-Philosophie in unlösliche Widersprüche führt.

Ein physikalisches Atom, d. i. eine im Vergleich zu den Körpern, mit denen wir Umgang haben, verschwindend klein gedachte, ihres Namens ungeachtet in der Idee aber noch theilbare Masse, der Eigenschaften oder ein Bewegungszustand zugeschrieben werden, mittels welcher das Verhalten einer aus unzähligen solchen Atomen bestehenden Masse sich erklärt, ist eine in sich folgerichtige und unter Umständen nützliche Fiction der mathematischen Physik. Doch wird auch deren Gebrauch neuerlich möglichst vermieden, indem man statt

auf discrete Atome, auf Volumelemente der continuirlich gedachten Körper zurückgeht.[5]

Ein philosophisches Atom dagegen, d. h. eine angeblich nicht weiter theilbare Masse trägen wirkungslosen Substrates, von der durch den leeren Raum in die Ferne wirkende Kräfte ausgehen, ist bei näherer Betrachtung ein Unding.

Denn soll das nicht weiter theilbare, träge, an sich unwirksame Substrat wirklichen Bestand haben, so muss es einen gewissen, noch so kleinen Raum erfüllen. Dann ist nicht zu begreifen, warum es nicht weiter theilbar sei. Auch kann es den Raum nur erfüllen, wenn es vollkommen hart ist, d. h. indem es durch eine an seiner Grenze auftretende, aber nicht darüber hinauswirkende abstossende Kraft, welche alsbald grösser wird als jede gegebene Kraft, gegen Eindringen eines anderen Körperlichen in denselben Raum sich wehrt. Abgesehen von anderen Schwierigkeiten, welche hieraus entspringen, ist das Substrat alsdann kein wirkungsloses mehr.

Denkt man sich umgekehrt mit den Dynamisten als Substrat nur den Mittelpunkt der Centralkräfte, so erfüllt das Substrat den Raum nicht mehr, denn der Punkt ist die im Raume vorgestellte Negation des Raumes. Dann ist nichts mehr da, wovon die Centralkräfte ausgehen, und was träg sein könnte, gleich der Materie.

Durch den leeren Raum in die Ferne wirkende Kräfte sind an sich unbegreiflich, ja widersinnig, und erst seit NEWTON's Zeit, durch Missverstehen seiner Lehre und gegen seine ausdrückliche Warnung, den Naturforschern eine geläufige Vorstellung geworden. Denkt man sich mit DESCARTES und LEIBNIZ den ganzen Raum erfüllt, und alle Bewegung durch Uebertragung in Berührungsnähe erzeugt, so ist zwar das Entstehen der Bewegung auf ein unserer sinnlichen Anschauung entlehntes Bild zurückgeführt, aber es stellen sich andere Schwierigkeiten ein. Unter Anderem ist es bei dieser Vorstellung unmöglich, die verschiedene Dichte der Körper aus verschiedener Zusammenfügung des gleichartigen Urstoffes zu erklären.

Es ist leicht, den Ursprung dieser Widersprüche aufzudecken. Sie wurzeln in unserem Unvermögen, etwas anderes als mit unseren äusseren Sinnen entweder, oder mit unserem inneren Sinn Erfahrenes uns vorzustellen. Bei dem Bestreben, die Körperwelt zu zergliedern, gehen wir aus von der Theilbarkeit der Materie, da sichtlich die Theile etwas einfacheres und ursprünglicheres sind, als das Ganze. Fahren wir in Gedanken mit Theilung der Materie in's Unendliche fort, so bleiben wir mit unserer Anschauung in dem uns angewiesenen Geleise, und fühlen uns in unserem Denken unbehindert. Zum Verständniss der Dinge aber thun wir keinen Schritt,

da wir in der That nur das im Bereiche des Grossen und Sichtbaren Erscheinende auch im Bereiche des Kleinen und Unsichtbaren uns vorgestellt haben. Wir kommen so zum Begriffe des physikalischen Atoms. Hören wir nun irgendwo willkürlich mit der Theilung bei angeblichen philosophischen Atomen auf, die nicht weiter theilbar, vollkommen hart und überdies an sich wirkungslos und nur Träger der Centralkräfte sein sollen, so verlangen wir von einer Materie, die wir uns unter dem Bilde der Materie denken, mit der wir Umgang haben, ohne dass wir irgend ein neues Erklärungsprincip einführen, dass sie neue, ursprüngliche, das Wesen der Körper aufklärende Eigenschaften entfalte. So begehen wir den Fehler, der in den vorher blossgelegten Widersprüchen sich offenbart.[6]

Niemand, der etwas tiefer nachgedacht hat, verkennt die transcendente Natur des Hindernisses, das sich uns hier entgegenstellt. Wie man es auch zu umgehen versuche, in der einen oder anderen Form stösst man immer darauf. Von welcher Seite, unter welcher Deckung man ihm sich nähere, man erfährt seine Unbesiegbarkeit. Die alten ionischen Physiologen standen davor nicht rathloser als wir. Alle Fortschritte der Naturwissenschaft haben nichts dawider vermocht, alle ferneren werden dawider nichts fruchten. Nie werden wir besser als heute wissen, was, wie Paul Erman zu sagen

pflegte, „hier", wo Materie ist, „im Raume spukt". Denn sogar der von LAPLACE gedachte, über den unseren so weit erhabene Geist würde in diesem Punkte nicht klüger sein als wir, und daran erkennen wir verzweifelnd, dass wir hier an der einen Grenze unseres Witzes stehen.

Sehen wir aber von dieser ursprünglichen Schranke ab, setzen wir Materie und Kraft als gegeben und bekannt voraus, so ist in der Idee, wie gesagt, die Körperwelt verständlich. Von dem Urzustand eines kreisenden Nebelballes führt die von Hrn. HELMHOLTZ an der Hand der mechanischen Wärmetheorie weiter entwickelte KANT'sche Hypothese[7] zur Einsicht in die Entstehung unseres Planetensystems. Schon sehen wir unsere Erde als feurig flüssigen Tropfen mit einer Atmosphäre unfassbarer Beschaffenheit in ihrer Bahn rollen. Wir sehen sie im Lauf unermesslicher Zeiträume mit einer Schale erstarrenden Urgesteines sich umgeben, Meer und Veste sich scheiden, den Granit durch heisse kohlensaure Wolkenbrüche zerfressen das Material zu kalihaltigen Erdschichten liefern, und schliesslich Bedingungen entstehen, unter denen Leben möglich ward.

Wo und in welcher Form es zuerst erschien, ob auf tiefem Meeresboden als Bathybius-Urschleim, oder unter Mitwirkung der noch mehr ultraviolette Strahlen entsendenden Sonne bei noch höherem partiärem Drucke

der Kohlensäure in der Atmosphäre, wer sagt es je? Aber der von LAPLACE gedachte Geist im Besitze der Weltformel könnte es sagen. Denn beim Zusammentreten unorganischer Stoffe zu Lebendigem handelt es sich zunächst nur um Bewegung, um Anordnung von Molecülen in mehr oder minder festen Gleichgewichtslagen, und um Einleitung eines Stoffwechsels theils durch Spannkräfte der Molecüle, theils durch von aussen überkommene Bewegung. Was das Lebende vom Todten, die Pflanze und das nur in seinen körperlichen Functionen betrachtete Thier vom Krystall unterscheidet, ist zuletzt dieses: im Krystall befindet sich die Materie in stabilem Gleichgewichte, während durch das organische Wesen ein Strom von Materie sich ergiesst, die Materie darin in mehr oder minder vollkommenem dynamischen Gleichgewichte[8] sich befindet, mit bald positiver, bald der Null gleicher, bald negativer Bilanz. Daher ohne Einwirkung äusserer Massen und Kräfte der Krystall ewig bleibt was er ist, dagegen das organische Wesen in seinem Bestehen von gewissen äusseren Bedingungen, den integrirenden Reizen der älteren Physiologie, abhängt, in sich potentielle Energie in kinetische verwandelt und umgekehrt, und einem bestimmten zeitlichen Verlauf unterworfen ist. Ohne grundsätzliche Verschiedenheit der Kräfte im Krystall und im organischen Wesen erklärt sich so, dass beide

miteinander incommensurabel sind, wie ein blosses Bauwerk incommensurabel ist mit einer Fabrik, in die hier Kohle, Wasser, Rohstoffe, aus welcher dort Kohlensäure, Wassergas, Rauch, Asche und Erzeugnisse ihrer Maschinen strömen. Das Bauwerk kann man sich aus lauter dem Ganzen ähnlichen Theilen so gefügt vorstellen, dass es gleich dem Krystall in ähnliche Theile spaltbar ist; die Fabrik ist gleich dem organischen Wesen, wenn wir von dessen Aufbau aus Zellen und der Theilbarkeit mancher Organismen absehen, ein Individuum.

Es ist daher ein Missverständniss, im ersten Erscheinen lebender Wesen auf Erden etwas Supernaturalistisches, etwas Anderes zu sehen, als ein überaus schwieriges mechanisches Problem. Von den beiden Irrthümern, auf die ich hinweisen wollte, ist dies der eine. Nicht hier ist die andere Grenze des Naturerkennens; hier nicht mehr als in der Krystallbildung. Könnten wir die Bedingungen herstellen, unter denen organische Wesen einst entstanden, wie wir dies für gewisse, keinesweges für sämmtliche Krystalle können, so würden nach dem Principe des Actualismus[9] wie damals auch heute noch organische Wesen entstehen. Sollte es aber auch nie gelingen, Urzeugung zu beobachten, geschweige sie im Versuch herbeizuführen, so wäre doch hier kein unbedingtes Hinderniss. Wären uns Materie und Kraft verständlich, die Welt hörte nicht auf begreif-

lich zu sein, auch wenn wir uns jetzt die Erde von ihrem aequatorialen Smaragdgürtel bis zu den letzten flechtengrauen Polarklippen mit der üppigsten Fülle von Pflanzenleben überwuchert denken, gleichviel welchen Antheil an der Gestaltung des Pflanzenreiches man organischen Bildungsgesetzen, welchen der natürlichen Zuchtwahl einräume. Nur die zur Befruchtung vieler Pflanzen jetzt als unentbehrlich erkannte Beihülfe der Insectenwelt müssen wir aus Gründen, die bald einleuchten werden, in dieser Betrachtung bei Seite lassen. Im Uebrigen bietet das reichste, von Bernardin de St. Pierre, von Humboldt oder Pöppig entworfene Naturgemälde eines tropischen Urwaldes dem Blicke der theoretischen Naturforschung schlechterdings nichts dar, als bewegte Materie. Es ist dies, wie mir scheint, eine neue und sehr einfache Form, die man dem Beweis ertheilen kann, dass es keine Lebenskraft im Sinne der Vitalisten giebt.

Allein es tritt nunmehr, an irgend einem Punkte der Entwickelung des Lebens auf Erden, den wir nicht kennen und auf den es hier nicht ankommt, etwas Neues, bis dahin Unerhörtes auf, etwas wiederum, gleich dem Wesen von Materie und Kraft, Unbegreifliches. Der in negativ unendlicher Zeit angesponnene Faden des Verständnisses zerreisst, und unser Naturerkennen

gelangt an eine Kluft, über die kein Steg, kein Fittig trägt: wir stehen an der anderen Grenze unseres Witzes.

Dies neue Unbegreifliche ist das Bewusstsein. Ich werde jetzt, wie ich glaube in sehr zwingender Weise, darthun, dass nicht allein bei dem heutigen Stand unserer Kenntniss das Bewusstsein aus seinen materiellen Bedingungen nicht erklärbar ist, was wohl jeder zugiebt, sondern das es auch der Natur der Dinge nach aus diesen Bedingungen nie erklärbar sein wird. Die entgegengesetzte Meinung, dass nicht alle Hoffnung aufzugeben sei, das Bewusstsein aus seinen materiellen Bedingungen zu begreifen, dass dies vielmehr im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende dem alsdann in ungeahnte Reiche der Erkenntniss vorgedrungenen Menschengeiste wohl gelingen könne: dies ist der zweite Irrthum, dessen Bekämpfung ich mir in diesem Vortrage vorgesetzt habe.

Ich gebrauche dabei absichtlich den Ausdruck „Bewusstsein", weil es hier nur um die Thatsache eines geistigen Vorganges irgend einer, sei es der niedersten Art, sich handelt. Man braucht nicht WATT sein Parallelogramm erdenkend, nicht SHAKSPEARE, RAPHAEL, MOZART in der wunderbarsten ihrer Schöpfungen begriffen sich vorzustellen, um das Beispiel eines aus seinen materiellen Bedingungen unerklärbaren geistigen Vorganges zu haben. Wie die gewaltigste und ver-

wickelteste Muskelleistung eines Menschen oder Thieres im Wesentlichen nicht dunkler ist, als einfache Zuckung eines einzelnen Primitivmuskelbündels;[10] wie die einzelne Secretionszelle das ganze Räthsel der Absonderung birgt: so ist auch die erhabenste Seelenthätigkeit aus materiellen Bedingungen in der Hauptsache nicht unbegreiflicher, als das Bewusstsein auf seiner ersten Stufe, der Sinnesempfindung. Mit der ersten Regung von Behagen oder Schmerz, die im Beginn des thierischen Lebens auf Erden ein einfachstes Wesen empfand, ist jene unübersteigliche Kluft gesetzt, und die Welt nunmehr doppelt unbegreiflich geworden.

Ueber wenig Gegenstände ist anhaltender nachgedacht, mehr geschrieben, leidenschaftlicher gestritten worden, als über die Verbindung von Leib und Seele im Menschen. Alle philosophischen Schulen, dazu die Kirchenväter, haben darüber ihre Lehrmeinungen gehabt. Der neueren Philosophie liegt diese Frage ferner; um so reicher sind deren Anfänge im siebzehnten Jahrhundert an Theorien über die Wechselwirkung von Materie und Geist.

Descartes selber hatte sich die Möglichkeit, diese Wechselwirkung zu begreifen, durch zwei Aufstellungen vorweg abgeschnitten. Erstens behauptete er, dass Körper und Geist verschiedene Substanzen, durch Gottes Allmacht vereinigt, seien, welche, da der Geist als

unkörperlich keine Ausdehnung habe, nur in Einem Punkte, nämlich in der sogenannten Zirbeldrüse des Gehirns, einander berühren.[11] Er behauptete zweitens, dass die im Weltall vorhandene Bewegungsgrösse beständig sei.[12] Je sicherer daraus die Unmöglichkeit zu folgen scheint, dass die Seele Bewegung der Materie erzeuge, um so mehr erstaunt man, wenn nun DESCARTES, um die Willensfreiheit zu retten, die Seele einfach die Zirbeldrüse in dem nöthigen Sinne bewegen lässt, damit die thierischen Geister, wir würden sagen das Nervenprincip, den richtigen Muskeln zuströmen. Umgekehrt die durch Sinneseindrücke erregten thierischen Geister bewegen die Zirbeldrüse, und die mit dieser verbundene Seele merkt die Bewegung.[13]

DESCARTES' unmittelbare Nachfolger, CLAUBERG[14], MALEBRANCHE[15], GEULINCX[16], bemühen sich, einen so offenbaren Missgriff zu verbessern. Sie halten fest an der Unmöglichkeit einer Wechselwirkung von Geist und Materie, als zweier verschiedenen Substanzen. Um aber zu verstehen, wie dennoch die Seele den Körper bewege und von ihm erregt werde, nehmen sie an, dass das Wollen der Seele Gott veranlasse, den Körper jedesmal nach Wunsch der Seele zu bewegen. Umgekehrt die Sinneseindrücke veranlassen Gott, die Seele jedesmal in Uebereinstimmung damit zu verändern. Die *Causa efficiens* der Veränderungen des Körpers durch die Seele

und umgekehrt ist also stets nur Gott; das Wollen der Seele und die Sinneseindrücke sind nur die *Causae occasionales* für die unaufhörlich erneuten Eingriffe seiner Allmacht.

Leibniz endlich pflegte dies Problem mittels des, wie es scheint, ursprünglich von Geulincx herrührenden Bildes zweier Uhren zu erläutern, die gleichen Gang zeigen sollen.[17] Auf dreierlei Art, sagt er, könne dies geschehen. Erstens können beide Uhren durch Schwingungen, die sie einer gemeinsamen Befestigung mittheilen, einander so beeinflussen, dass ihr Gang derselbe werde, wie dies Huyghens beobachtet habe, und wie es im Anfange dieses Jahrhunderts Breguet sogar angewendet hat, um den Gang jeder der beiden Uhren gleichförmiger zu machen.[18] Zweitens könne stets die eine Uhr gestellt werden, um sie in gleichem Gange mit der anderen zu erhalten. Drittens könne von vorn herein der Künstler so geschickt gewesen sein, dass er beide Uhren, obschon ganz unabhängig von einander, gleich gehend gemacht habe. Zwischen Leib und Seele sei die erste Art der Verbindung anerkannt unmöglich. Die zweite, der occasionalistischen Lehre entsprechende, sei Gottes unwürdig, den sie als *Deus ex machina* verwende. So bleibe nur die dritte übrig, in der man Leibniz' eigene Lehre der praestabilirten Harmonie wiedererkennt.

Allein diese und ähnliche Betrachtungen sind in den

Augen der neueren Naturforschung entwerthet und der Wirkung auf die heutigen Ansichten beraubt durch die dualistische Grundlage, auf welche sie, gemäss ihrem halb theologischen Ursprunge, gleich anfangs sich stellen. Ihre Urheber gehen aus von der Annahme einer vom Körper unbedingt verschiedenen geistigen Substanz, der Seele, deren Verbindung mit dem Körper sie untersuchen. Sie finden, dass eine Verbindung beider Substanzen nur durch ein Wunder möglich ist, und dass, auch nach diesem ersten Wunder, ein ferneres Zusammengehen beider Substanzen nicht anders stattfinden kann, als wiederum durch ein entweder stets erneutes oder seit der Schöpfung fortwirkendes Wunder. Diese Folge nun geben sie für eine neue Einsicht aus, ohne hinreichend zu prüfen, ob nicht sie selber vielleicht sich die Seele erst so zurechtgemacht haben, dass eine Wechselwirkung zwischen ihr und dem Körper undenkbar ist. Mit Einem Wort, der gelungenste Beweis, dass keine Wechselwirkung von Körper und Seele möglich sei, lässt dem Zweifel Raum, ob nicht die Praemissen willkürlich seien, und ob nicht Bewusstsein einfach als Wirkung der Materie gedacht und vielleicht begriffen werden könne. Für den Naturforscher muss daher der Beweis, dass die geistigen Vorgänge aus ihren materiellen Bedingungen nie zu begreifen sind, unabhängig von jeder Voraussetzung über den Urgrund jener Vorgänge geführt werden.

Ich nenne astronomische Kenntniss eines materiellen Systemes solche Kenntniss aller seiner Theile, ihrer gegenseitigen Lage und ihrer Bewegung, dass ihre Lage und Bewegung zu irgend einer vergangenen und zukünftigen Zeit mit derselben Sicherheit berechnet werden kann, wie Lage und Bewegung der Himmelskörper bei vorausgesetzter unbedingter Schärfe der Beobachtungen und Vollendung der Theorie. Um die Differentialgleichungen anzusetzen, deren Integration die gewünschten Bestimmungen liefert, genügen gleichsam drei Positionen der Theile des Systemes, d. h. es ist nöthig und zureichend, dass in drei aufeinanderfolgenden, durch zwei Zeitdifferentiale getrennten Augenblicken die Lage der Theile des Systemes bekannt sei. Aus dem Unterschiede der in den gleichen, unendlich kleinen Zeiträumen durchlaufenen, nach den drei Axen zerlegten Wege folgen dann die auf das System und die in ihm wirkenden Kräfte.

Astronomische Kenntniss eines materiellen Systemes ist bei unserer Unfähigkeit, Materie und Kraft zu begreifen, die vollkommenste Kenntniss, die wir davon erlangen können. Es ist die, wobei unser Causalitätstrieb sich zu beruhigen gewohnt ist, und welche der von LAPLACE gedachte Geist selber bei gehörigem Gebrauche seiner Weltformel von dem Systeme besitzen würde.

Denken wir uns nun, wir hätten es zur astronomi-

schen Kenntniss eines Muskels, einer Drüse, eines elektrischen oder Leucht-Organes im gereizten Zustande, einer Flimmerzelle, einer Pflanze, des Eies in Berührung mit dem Samen, der Frucht auf irgend einer Stufe der Entwickelung gebracht. Alsdann besässen wir also von diesen materiellen Systemen die vollkommenste mögliche Kenntniss, unser Causalitätstrieb wäre soweit befriedigt, dass wir nur noch verlangten, das Wesen von Materie und Kraft selber zu begreifen. Muskelverkürzung, Absonderung in der Drüse, Schlag des elektrischen, Leuchten des Leucht-Organes, Flimmerbewegung, Wachsthum und Chemismus der Zellen in der Pflanze, Befruchtung und Entwickelung des Eies: alle diese jetzt hoffnungslos dunklen Vorgänge wären uns so durchsichtig, wie die Bewegungen der Planeten.

Machen wir dagegen dieselbe Voraussetzung astronomischer Kenntniss für das Gehirn des Menschen, oder auch nur für das Seelenorgan des niedersten Thieres, dessen geistige Thätigkeit auf Empfinden von Lust und Unlust sich beschränken mag, so wird zwar in Bezug auf alle darin stattfindenden materiellen Vorgänge unser Erkennen ebenso vollkommen sein und unser Causalitätstrieb ebenso befriedigt sich fühlen, wie in Bezug auf Zuckung oder Absonderung bei astronomischer Kenntniss von Muskel oder Drüse. Die unwillkürlichen und nicht nothwendig mit Empfindung verbundenen Wirkungen der Centraltheile, Reflexe, Mitbewegung, Athembewegun-

gen, Tonus, der Stoffwechsel des Gehirnes und Rückenmarkes u. d. m. wären erschöpfend erkannt. Auch die mit geistigen Vorgängen der Zeit nach stets, also wohl nothwendig zusammenfallenden Vorgänge wären ebenso vollkommen durchschaut. Und es wäre natürlich ein hoher Triumph, wenn wir zu sagen wüssten, dass bei einem bestimmten geistigen Vorgang in bestimmten Ganglienkugeln und Nervenröhren eine bestimmte Bewegung bestimmter Atome stattfinde. Es wäre grenzenlos interessant, wenn wir so mit geistigem Auge in uns hineinblickend die zu einem Rechenexempel gehörige Hirnmechanik sich abspielen sähen wie die Mechanik einer Rechenmaschine; oder wenn wir auch nur wüssten, welcher Tanz von Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff-, Phosphor- und anderen Atomen der Seligkeit musikalischen Empfindens, welcher Wirbel solcher Atome dem Gipfel sinnlichen Geniessens, welcher Molecularsturm dem wüthenden Schmerz beim Misshandeln des *N. trigeminus* entspricht. Die Art des geistigen Vergnügens, welche die durch Hrn. Fechner geschaffenen Anfänge der Psychophysik oder Hrn. Donders' Messungen der Dauer einfacherer Seelenhandlungen uns bereiten, lässt uns ahnen, wie solche unverschleierte Einsicht in die materiellen Bedingungen geistiger Vorgänge uns erbauen würde.

Was aber die geistigen Vorgänge selber betrifft,

so zeigt sich, dass sie bei astronomischer Kenntniss des Seelenorganes uns ganz ebenso unbegreiflich wären, wie jetzt. Im Besitze dieser Kenntniss ständen wir vor ihnen wie heute, als vor einem völlig Unvermittelten. Die astronomische Kenntniss des Gehirnes, die höchste, die wir davon erlangen können, enthüllt uns darin nichts als bewegte Materie. Durch keine zu ersinnende Anordnung oder Bewegung materieller Theilchen aber lässt sich eine Brücke in's Reich des Bewusstseins schlagen.

Bewegung kann nur Bewegung erzeugen, oder in potentielle Energie zurück sich verwandeln. Potentielle Energie kann nur Bewegung erzeugen, statisches Gleichgewicht erhalten, Druck oder Zug üben. Die Summe der Energie bleibt dabei stets dieselbe. Mehr als dies Gesetz bestimmt, kann in der Körperwelt nicht geschehen, auch nicht weniger; die mechanische Ursache geht rein auf in der mechanischen Wirkung. Die neben den materiellen Vorgängen im Gehirn einhergehenden geistigen Vorgänge entbehren also für unseren Verstand des zureichenden Grundes. Sie stehen ausserhalb des Causalgesetzes, und schon darum sind sie nicht zu verstehen, so wenig, wie ein *Mobile perpetuum* es wäre. Aber auch sonst sind sie unbegreiflich.

Es scheint zwar bei oberflächlicher Betrachtung, als könnten durch die Kenntniss der materiellen Vorgänge im Gehirne gewisse geistige Vorgänge und Anlagen uns

verständlich werden. Ich rechne dahin das Gedächtniss, den Fluss und die Association der Vorstellungen, die Folgen der Uebung, die specifischen Talente u. d. m. Das geringste Nachdenken lehrt, dass dies Täuschung ist. Nur über gewisse innere Bedingungen des Geisteslebens, welche mit den äusseren durch die Sinneseindrücke gesetzten etwa gleichbedeutend sind, würden wir unterrichtet sein, nicht über das Zustandekommen des Geisteslebens durch diese Bedingungen.

Welche denkbare Verbindung besteht zwischen bestimmten Bewegungen bestimmter Atome in meinem Gehirn einerseits, andererseits den für mich ursprünglichen, nicht weiter definirbaren, nicht wegzuläugnenden Thatsachen: „Ich fühle Schmerz, fühle Lust; ich schmecke Süsses, rieche Rosenduft, höre Orgelton, sehe Roth," und der ebenso unmittelbar daraus fliessenden Gewissheit: „Also bin ich"? Es ist eben durchaus und für immer unbegreiflich, dass es einer Anzahl von Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff- u. s. w. Atomen nicht sollte gleichgültig sein, wie sie liegen und sich bewegen, wie sie lagen und sich bewegten, wie sie liegen und sich bewegen werden. Es ist in keiner Weise einzusehen, wie aus ihrem Zusammenwirken Bewusstsein entstehen könne. Sollte ihre Lagerungs- und Bewegungsweise ihnen nicht gleichgültig sein, so müsste man sie sich nach Art der Monaden schon einzeln mit Bewusstsein aus-

gestattet denken. Weder wäre damit das Bewusstsein überhaupt erklärt, noch für die Erklärung des einheitlichen Bewusstseins des Individuums das Mindeste gewonnen.[19]

Dass es vollends unmöglich sei, und stets bleiben werde, höhere geistige Vorgänge aus der als bekannt vorausgesetzten Mechanik der Hirnatome zu verstehen, bedarf nicht der Ausführung. Doch ist, wie schon bemerkt, gar nicht nöthig, zu höheren Formen geistiger Thätigkeit zu greifen, um das Gewicht unserer Betrachtung zu vergrössern. Sie gewinnt gerade an Eindringlichkeit durch den Gegensatz zwischen der vollständigen Unwissenheit, in welcher astronomische Kenntniss des Gehirnes uns über das Zustandekommen auch der niedersten geistigen Vorgänge liesse, und der durch solche Kenntniss gewährten ebenso vollständigen Enträthselung der höchsten Probleme der Körperwelt. Ein aus irgend einem Grunde bewusstloses, z. B. ohne Traum schlafendes Gehirn enthielte, astronomisch durchschaut, kein Geheimniss mehr, und bei astronomischer Kenntniss auch des übrigen Körpers wäre so die ganze menschliche Maschine, mit ihrem Athmen, ihrem Herzschlag, ihrem Stoffwechsel, ihrer Wärme, u. s. f., bis auf das Wesen von Materie und Kraft, völlig entziffert. Der traumlos Schlafende ist begreiflich, wie die Welt, ehe es Bewusstsein gab. Wie aber mit der ersten Regung von Bewusstsein die Welt

doppelt unbegreiflich ward, so wird es auch der Schläfer wieder mit dem ersten ihm dämmernden Traumbild.

Der unlösliche Widerspruch, in welchem die mechanische Weltanschauung mit der Willensfreiheit, und dadurch mittelbar mit der Ethik steht, ist sicher von grosser Bedeutung. Der Scharfsinn der Denker aller Zeiten hat sich daran erschöpft, und wird fortfahren, daran sich zu üben. Abgesehen davon, dass Freiheit sich läugnen lässt, Schmerz und Lust nicht, geht dem Begehren, welches den Anstoss zum Handeln und somit erst Gelegenheit zum Thun oder Lassen giebt, nothwendig Sinnesempfindung voraus. Es ist also das Problem der Sinnesempfindung, und nicht, wie ich einst sagte, das der Willensfreiheit, bis zu dem die analytische Mechanik führt.[20]

Damit ist die andere Grenze unseres Naturerkennens bezeichnet. Nicht minder als die erste ist sie eine unbedingte. Nicht mehr als im Verstehen von Kraft und Materie hat im Verstehen der Geistesthätigkeit aus materiellen Bedingungen die Menschheit seit zweitausend Jahren, trotz allen Entdeckungen der Naturwissenschaft, einen wesentlichen Fortschritt gemacht. Sie wird es nie. Selbst der von Laplace gedachte Geist mit seiner Weltformel gliche in seinen Anstrengungen, über diese Schranke sich fortzuheben, einem nach dem Monde trachtenden Luftschiffer. In seiner aus bewegter Materie aufgebauten

Welt regen sich zwar die Hirnatome wie in stummem Spiel. Er übersieht ihre Schaaren, er durchschaut ihre Verschränkungen, aber er versteht nicht ihre Geberde, sie denken ihm nicht, und deshalb bleibt, wie wir vorhin sahen, seine Welt eigenschaftslos.

An ihm haben wir das Maass unserer eigenen Befähigung oder vielmehr unserer Ohnmacht. Unser Naturerkennen ist also eingeschlossen zwischen den beiden Grenzen, welche einerseits die Unfähigkeit, Materie und Kraft, andererseits das Unvermögen, geistige Vorgänge aus materiellen Bedingungen zu begreifen, ihm ewig vorschreiben. Innerhalb dieser Grenzen ist der Naturforscher Herr und Meister, zergliedert er und baut er auf, und Niemand weiss, wo die Schranke seines Wissens und seiner Macht liegt; über diese Grenzen hinaus kann er nicht, und wird er niemals können.

Je unbedingter aber der Naturforscher die ihm gesteckten Grenzen anerkennt, und je demüthiger er in seine Unwissenheit sich schickt, um so tiefer fühlt er das Recht, mit voller Freiheit, unbeirrt durch Mythen, Dogmen und alterstolze Philosopheme, auf dem Wege der Induction seine eigene Meinung über die Beziehungen zwischen Geist und Materie sich zu bilden.

Er sieht in tausend Fällen materielle Bedingungen das Geistesleben beeinflussen. Seinem unbefangenen Blicke zeigt sich kein Grund zu bezweifeln, dass wirk-

lich die Sinneseindrücke der sogenannten Seele sich mittheilen. Er sieht den menschlichen Geist gleichsam mit dem Gehirne wachsen, und, nach der empiristischen Ansicht, die wesentlichen Formen seines Denkens sogar erst durch äussere Wahrnehmungen sich aneignen. Er sieht ihn im Schlaf und Traum, in der Ohnmacht, im Rausch und der Narkose, im Fieberwahn und der Inanition, in der Manie, der Epilepsie, dem Blödsinn und der Mikrocephalie, in unzähligen krankhaften Zuständen abhängig von der dauernden oder vorübergehenden Beschaffenheit des Organes. Kein theologisches Vorurtheil hindert ihn wie DESCARTES, in den Thierseelen der Menschenseele verwandte, stufenweise minder vollkommene Glieder derselben Entwickelungsreihe zu erkennen. Vielmehr sieht er im Wirbelthierreiche die Hirntheile, welche auch physiologische Versuche und pathologische Erfahrungen als Träger höherer Geistesthätigkeiten bekunden, ihrer vergleichsweisen Entwickelung nach mit der Steigerung dieser Thätigkeiten gleichen Schritt halten. Wo von den anthropoiden Affen zum Menschen die geistige Befähigung den durch den Besitz der Sprache bezeichneten ungeheuren Sprung macht, findet sich ein entsprechender Sprung in der Hirnmasse vor. Die verschiedene Anordnung gleicher Elementartheile bei den Wirbellosen belehrt aber den Naturforscher, dass es hier wie bei anderen Organen weniger auf die Architektur, als auf die Structurelemente

ankommt. Mit ehrfurchtsvollem Staunen betrachtet er das mikroskopische Klümpchen Nervensubstanz, welches der Sitz der arbeitsamen, baulustigen, ordnungsliebenden, pflichttreuen, tapferen Ameisenseele ist.[21] Endlich die Descendenz-Theorie im Verein mit der Lehre von der natürlichen Zuchtwahl drängt ihm die Vorstellung auf, dass die Seele als allmähliches Ergebniss gewisser materieller Combinationen entstanden, und vielleicht gleich anderen erblichen, im Kampf um's Dasein dem Einzelwesen nützlichen Gaben durch eine zahllose Reihe von Geschlechtern sich gesteigert und vervollkommnet habe.[22]

Wenn nun die alten Denker jede Wechselwirkung zwischen Leib und Seele, wie sie diese sich vorstellten, als unverständlich und unmöglich erkannten, und wenn nur durch praestabilirte Harmonie das Räthsel des dennoch stattfindenden Zusammengehens beider Substanzen zu lösen ist, so wird wohl die Vorstellung, die sie, in Schulbegriffen befangen, von der Seele sich machten, falsch gewesen sein. Die Nothwendigkeit einer der Wirklichkeit so offenbar zuwiderlaufenden Schlussfolge ist gleichsam ein apagogischer Beweis gegen die Richtigkeit der dazu führenden Voraussetzung. Bei seinem Gleichnisse von den beiden Uhren hat Leibniz, wie Hr. Fechner treffend bemerkt,[23] die vierte und einfachste Möglichkeit vergessen, nämlich die, dass vielleicht beide

Uhren, deren Zusammengehen erklärt werden soll, im Grunde nur eine sind. Ob wir die geistigen Vorgänge aus materiellen Bedingungen je begreifen werden, ist eine Frage ganz verschieden von der, ob diese Vorgänge das Erzeugniss materieller Bedingungen sind. Jene Frage kann verneint werden, ohne dass über diese etwas ausgemacht, geschweige auch sie verneint würde.

An der oben angeführten Stelle sagt Leibniz, der dem menschlichen Geist unvergleichlich überlegene, aber endliche Geist, dem er Sinne und technisches Vermögen von entsprechender Vollkommenheit zuschreibt, könnte einen Körper bilden, der die Handlungen eines Menschen nachahmte. Dass er einen Menschen bilden könnte, sagt er nicht, weil in seinem Sinne dem Automaten von Fleisch und Bein, den er sich wie Descartes die Thiere seelenlos vorstellt, zum Menschen noch die mechanisch unfassbare Seelenmonade fehlt. Der Unterschied zwischen der Leibnizischen und unserer Anschauung wird hieran besonders klar. Man denke sich alle Atome, aus denen Caesar in einem gegebenen Augenblick, am Rubicon etwa, bestand, durch mechanische Kunst mit einem Schlage jedes an seinen Ort gebracht, und mit seiner Geschwindigkeit im richtigen Sinne versehen. Nach unserer Anschauung wäre dann Caesar geistig wie körperlich wieder hergestellt. Der künstliche Caesar hätte im

ersten Augenblicke dieselben Empfindungen, Strebungen, Vorstellungen wie sein Vorbild am Rubicon, und theilte mit ihm seine Gedächtnissbilder, ererbten und erworbenen Fähigkeiten u. s. f. Man denke sich das gleiche Kunststück im gleichen Augenblicke mit einer gleichen Zahl anderer Kohlenstoff-, Wasserstoff- u. s. w. Atome ein, zwei, mehrere Mal ausgeführt. Worin sonst unterschieden sich im ersten Augenblicke der neue CAESAR und seine Doppelgänger, als in dem Ort, an dem sie wären zusammengesetzt worden? Aber der von LEIBNIZ gedachte Geist, der den neuen CAESAR und seine mehreren SOSIA gebildet hätte, verstände gleichwohl nicht, wie die von ihm selber richtig angeordneten und im richtigen Sinne mit der richtigen Geschwindigkeit fortgeschnellten Atome deren Seelenthätigkeit vermitteln.

Man erinnert sich des kecken Ausspruches Hrn. CARL VOGT's, der in den funfziger Jahren zu einer Art von Turnier um die Seele Anlass gab: „dass alle jene „Fähigkeiten, die wir unter dem Namen Seelenthätigkei„ten begreifen, nur Functionen des Gehirns sind, oder, „um es einigermaassen grob auszudrücken, dass die Ge„danken etwa in demselben Verhältnisse zum Gehirn „stehen, wie die Galle zu der Leber oder der Urin zu „den Nieren.“[24] Die Laien stiessen sich an diesem Vergleich, weil ihnen die Zusammenstellung des Gedankens mit der Absonderung der Nieren entwürdigend schien.

Die Physiologie kennt indess solche aesthetischen Rangunterschiede nicht. Ihr ist die Nierenabsonderung ein wissenschaftlicher Gegenstand von ganz gleicher Würde mit der Erforschung des Auges oder Herzens oder sonst eines der gewöhnlich sogenannten edleren Organe. Auch das ist an dem Vogt'schen Ausspruch schwerlich zu tadeln, dass darin die Seelenthätigkeit als Erzeugniss der materiellen Bedingungen im Gehirne hingestellt wird. Fehlerhaft dagegen erscheint, dass er die Vorstellung erweckt, als sei die Seelenthätigkeit aus dem Bau des Gehirnes ihrer Natur nach so begreifbar, wie die Absonderung aus dem Bau der Drüse.

Wo es an den materiellen Bedingungen für geistige Thätigkeit in Gestalt eines Nervensystemes gebricht, wie in den Pflanzen, kann der Naturforscher ein Seelenleben nicht zugeben, und hierin stösst er nur selten auf Widerspruch. Was aber wäre ihm zu erwiedern, wenn er, bevor er in die Annahme einer Weltseele willigte, verlangte, dass ihm irgendwo in der Welt, in Neuroglia gebettet und mit warmem arteriellem Blut unter richtigem Drucke gespeist, ein dem geistigen Vermögen solcher Seele an Umfang entsprechendes Convolut von Ganglienkugeln und Nervenröhren gezeigt würde?

Schliesslich entsteht die Frage, ob die beiden Grenzen unseres Naturerkennens nicht vielleicht die

nämliche seien, d. h. ob, wenn wir das Wesen von Materie und Kraft begriffen, wir nicht auch verständen, wie die ihnen zu Grunde liegende Substanz unter bestimmten Bedingungen empfinden, begehren und denken könne. Freilich ist diese Vorstellung die einfachste, und nach bekannten Forschungsgrundsätzen bis zu ihrer Widerlegung der vorzuziehen, wonach, wie vorhin gesagt wurde, die Welt doppelt unbegreiflich erscheint. Aber es liegt in der Natur der Dinge, dass wir auch in diesem Punkte nicht zur Klarheit kommen, und alles weitere Reden darüber bleibt müssig.

In Bezug auf die Räthsel der Körperwelt ist der Naturforscher längst gewöhnt, mit männlicher Entsagung sein „*Ignoramus*" auszusprechen. In Rückblick auf die durchlaufene siegreiche Bahn, trägt ihn dabei das stille Bewusstsein, dass, wo er jetzt nicht weiss, er wenigstens unter Umständen wissen könnte, und dereinst vielleicht wissen wird. Im Bezug auf das Räthsel aber, was Materie und Kraft seien, und wie sie zu denken vermögen, muss er ein für allemal zu dem viel schwerer abzugebenden Wahrspruch sich entschliessen:

„*Ignorabimus!*"

Anmerkungen.

1 (S. 6). Essai philosophique sur les probabilités. Seconde Édition. Paris 1814. p. 3. Die merkwürdige Stelle lautet im Zusammenhange:

„Les événemens actuels ont avec les précédens, une liaison fondée sur le principe évident, qu'une chose ne peut pas commencer d'être, sans une cause qui la produise. Cet axiome connu sous le nom de *principe de la raison suffisante*, s'étend aux actions même les plus indifférentes. La volonté la plus libre ne peut sans un motif déterminant, leur donner naissance; car si toutes les circonstances de deux positions étant exactement les mêmes, elle agissait dans l'une et s'abstenait d'agir dans l'autre, son choix serait un effet sans cause .... L'opinion contraire est une illusion de l'esprit qui perdant de vue, les raisons fugitives du choix de la volonté dans les choses indifférentes, se persuade qu'elle s'est déterminée d'elle-même et sans motifs.

Nous devons donc envisager l'état présent de l'univers, comme l'effet de son état antérieur, et comme la cause de celui qui va suivre. Une intelligence qui pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée,

et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule, les mouvemens des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome: rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir comme le passé, serait présent à ses yeux. L'esprit humain offre dans la perfection qu'il a su donner à l'astronomie, une faible esquisse de cette intelligence. Ses découvertes en mécanique et en géométrie, jointes à celle de la pesanteur universelle, l'ont mis à portée de comprendre dans les mêmes expressions analytiques, les états passés et futurs du système du monde. En appliquant la même méthode à quelques autres objets de ses connaissances, il est parvenu à ramener à des lois générales, les phénomènes observés, et à prévoir ceux que des circonstances données doivent faire éclore. Tous les efforts dans la recherche de la vérité, tendent à le rapprocher sans cesse de l'intelligence que nous venons de concevoir, mais dont il restera toujours infiniment éloigné. Cette tendance propre à l'espèce humaine, est ce qui la rend supérieure aux animaux; et ses progrès en ce genre, distinguent les nations et les siècles, et fondent leur véritable gloire."

2 (S. 7). Encyclopédie. Discours préliminaire. Paris 1751. Fol. t. I. p. IX. „L'Univers, pour qui sauroit l'embrasser d'un seul point de vûe, ne seroit, s'il est permis de le dire, qu'un fait unique et une grande vérité."

3 (S. 8). Réplique aux Réflexions contenues dans la seconde Édition du Dictionnaire critique de Mr. Bayle etc. G. G. Leibnitii Opera philosophica etc. Ed. J. E. Erdmann. Berolini 1840. 4°. p. 183. 184. „Il n'y a pas de doute qu'un homme pourroit faire une machine, capable de se promener durant quelque tems par une ville, et de se tourner justement aux coins de certaines rues. Un esprit incomparablement plus parfait, quoique borné, pourroit aussi prévoir et éviter

un nombre incomparablement plus grand d'obstacles; ce qui est si vrai, que si ce monde, selon l'hypothese de quelques uns, n'était qu'un composé d'un nombre fini d'atomes, qui se remuassent suivant les lois de la mécanique, il est sûr, qu'un esprit fini pourroit être assez relevé pour comprendre et prévoir démonstrativement tout ce qui y doit arriver dans un tems déterminé; de sorte que cet esprit pourroit non seulement fabriquer un vaisseau, capable d'aller tout seul à un port nommé, en lui donnant d'abord le tour, la direction, et les ressorts qu'il faut; mais il pourroit encore former un corps capable de contrefaire un homme.

4 (S. 9). Diese schöne Art, die Grundwahrheit der Lehre von den Sinnen zu erläutern, verdanke ich Hrn. DONDERS.

5 (S. 13). Vergl. HELMHOLTZ, Gedächtnissrede auf GUSTAV MAGNUS. Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1871. Berlin 1872. 4°. S. 11 ff.

6 (S. 15). Es versteht sich, dass innerhalb des Rahmens dieses Vortrages es meine Absicht nicht sein konnte, eine vollständige Kritik der Theorien über Materie und Kraft zu geben. Ich wollte nur andeuten, dass hier unlösliche Widersprüche versteckt sind. Ausführliche Auseinandersetzungen des Gegenstandes aus neuerer Zeit findet man in: G. TH. FECHNER, Ueber die physikalische und philosophische Atomenlehre. Leipzig 1855, und in: F. HARMS, Philosophische Einleitung in die Encyklopädie der Physik, im 1. Bde. von KARSTEN's Allgemeiner Encyklopädie der Physik. Leipzig 1869. S. 307 ff.

7 (S. 16). Die Wechselwirkung der Naturkräfte u. s. w. Königsberg 1854. S. 44.

8 (S. 17). Vergl. SMAASEN, in POGGENDORFF's Annalen der Physik und Chemie. 1846. Bd. LXIX. S. 161.

9 (S. 18). S. meine Gedächtnissrede auf JOHANNES MÜLLER.

Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1859. Berlin 1860 4°. S. 129.

10 (S. 21). Ueber thierische Bewegung. Rede u. s. w. von E. du Bois-Reymond. Berlin 1851. S. 4. 5.

11 (S. 22). Oeuvres de Descartes, publiées par Victor Cousin. Paris 1824. t. I. Discours de la Méthode. p. 158. 159; — Méditation sixième. p. 344; — Objections et Réponses. p. 414 et suiv.; — Ibidem t. III. Les Principes de la Philosophie. p. 102.

12 (S. 22). Ibidem, Les Principes etc. p. 151. — Vergl. E. du Bois-Reymond, Voltaire in seiner Beziehung zur Naturwissenschaft. Berlin 1868. S. 11.

13 (S. 22). Ibidem t. IV. Les Passions de l'Ame. p. 66. 67. 72. 73. — L'Homme. p. 402 et suiv.

14 (S. 22). Dictionnaire des Sciences philosophiques par une Société de professeurs de Philosophie. Paris 1844. t. I. p. 523.

15 (S. 21). Malebranche, De la Recherche de la Vérité. Oeuvres complètes, par MM. de Genoude et de Lourdoueix. Paris 1837. 4°. t, I. p. 220 et suiv. — De la Prémotion physique. Ibid. t. II. p. 392 et suiv.

16 (S. 22). H. Ritter, Geschichte der Philosophie. Hamburg 1852. Th. XI. S. 104 ff. — Harms a. a. O. S. 235. 236. — Schwegler, Geschichte der Philosophie im Umriss. 7. Aufl. Stuttgart 1870. S. 144.

17 (S. 23). Second Éclaircissement du Système de la Communication de Substances. 1696. G. G. Leibnitii Opera philosophica etc. p. 133. — Troisième Éclaircissement. 1696. Ibid. p. 134. — Lettre à Basnage etc. Ibid. p. 152. — Das Uhrengleichniss steht auch in Arn. Geulincx *ΓΝΩΘΙ ΣΕΑΥΤΟΝ* sive Ethica etc. Ed. Philaretus, Amstelod. 1709. 12°. p. 124. Nota 19. Seit Ritter hierauf aufmerksam machte (a. a. O. S. 140), pflegt man es Geulincx zuzuschreiben. Da aber jenes 40 Jahre nach Geulincx' Tod und 13 Jahre nach dem Second

Éclaircissement erschienene Buch nicht wörtlich GEULINCX' Werk ist, vielmehr manche fremde Zuthat enthält, so ist vielleicht auch das Uhrengleichniss, nachdem LEIBNIZ es erfunden und wiederholt gebraucht, als allgemein bekanntes Bild nachträglich darin aufgenommen. Um es GEULINCX sicher zuzuschreiben, müsste man es in einer der vor 1696 erschienenen Ausgaben der Ethik nachweisen. In Berlin war deren keine aufzutreiben.

18 (S. 23). BIOT's Lehrbuch der Experimental-Physik. Deutsch bearbeitet von FECHNER. Leipzig 1829. Bd. II. S. 129.

19 (S. 30). Vergl. die ähnlichen Betrachtungen LOCKE's in dem Essay on Human Understanding (Works, London 1812. vol. III. p. 54 sqq.), welche auch LEIBNIZ in den Nouveaux Essais sur l'Entendement humain (Ed. ERDMANN etc. p. 375) sich zu eigen gemacht hat. Vergl. noch LEIBNIZ selber l. c. p. 185-203. — Den hier von mir entwickelten Beweis, dass wir die geistigen Vorgänge aus ihren materiellen Bedingungen nie begreifen werden, habe ich seit Jahren in meinen öffentlichen Vorlesungen „Ueber einige Ergebnisse der neueren Naturforschung" vorgetragen, und auch gesprächsweise mitgetheilt. Mein Freund Hr. TYNDALL hat bereits davon in seiner Rede bei Eröffnung der mathematisch-physikalischen Abtheilung der Britischen Naturforscher-Versammlung in Norwich im Jahr 1868 mit gewohnter Meisterschaft eine glänzende Darstellung gegeben. Scope and Limit of scientific Materialism, in: Fragments of Science for unscientific people. London 1871. p. 121.

20 (S. 31). Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. Berlin 1848. Vorrede. S. XXXV.

21 (S. 34). CHARLES DARWIN, The Descent of man etc. London 1871. vol. I. p. 145.

22 (S. 34). Vergl. E. DU BOIS-REYMOND, Leibnizische Gedanken in der neueren Naturwissenschaft. Berlin 1870.

23 (S. 34). Elemente der Psychophysik. Th. I. Leipzig 1860. S. 5.

24 (S. 36). Köhlerglaube und Wissenschaft. 3. Auflage. Giessen 1855. S. 32.

Druck von Bär & Hermann in Leipzig.

DER

HAECKELISMUS

IN DER

ZOOLOGIE.

VON

CARL SEMPER,

PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE
IN WÜRZBURG.

EIN VORTRAG

GEHALTEN AM 28. OCTOBER 1875 IM VEREIN FÜR KUNST UND WISSENSCHAFT ZU HAMBURG, UNTER DEM TITEL „DER NEUE GLAUBE UND DIE MODERNE ZOOLOGIE."

ZWEITE AUFLAGE.

HAMBURG,
W. MAUKE'S SÖHNE
VORM. PERTHES-BESSER & MAUKE.
1876.

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

LANE LIBRARY, STANFORD UNIVERSITY

Hochgeehrte Versammlung.

Wie es dem Menschen ziemt, den Maassstab seiner Handlungen nicht sowohl im äusseren, materiellen Erfolg, sondern vielmehr in ihrem inneren, ethischen Werthe zu nehmen: so ist es auch Pflicht jeder Wissenschaft, sich auf ihrem Wege zur Erforschung der Wahrheit nicht durch die Rücksichtnahme auf andere Fächer lenken oder durch den Beifall, auf fremden Gebieten errungen, entwegen zu lassen. Und wie der Einzelne gut thut, möglichst oft jenes richtigen Maasses zu gedenken: so wird es auch der Wissenschaft nur frommen, wenn sie öfter Umschau hält und nachsieht in ihrem Hause, ob nicht unberufene Herren und Hausfreunde die Herrschaft über sie zu gewinnen und sie in Vormundschaft zu nehmen trachteten.

Es befindet sich meines Erachtens unsere Zoologie in einer, solcher Prüfung bedürftigen Lage und sie verlangt von ihren Vertretern unbedingt, ihre Sicherheit und Freiheit geschützt, sich selbst aber auch vor einseitiger Uebertreibung ihres Werthes behütet zu sehen. Die Rolle des Herrn möchten bei ihr gerne die Philosophie, d. h. die metaphysische Speculation und die Theologie, d. h. der Dogmatismus übernehmen; und als Hausfreunde gesellen sich zu

diesen viele der kleinen und grossen Tugenden und Schwächen, welche nun einmal Gemeingut des sterblichen Menschen sind, nicht aber die Eigenschaften der einzig nach Wahrheit strebenden unsterblichen Wissenschaft sein sollen.

Es lässt sich kaum bestreiten, dass die Zoologie zum Theil wohl ihre gefahrvolle Lage selbst verschuldet hat.

Dank den bedeutenden Ergebnissen moderner wissenschaftlicher Forschung hat gerade die Zoologie eine mächtigere Einwirkung auf die verschiedensten Wissenschaftsgebiete sowohl, wie auf die gemüthlichen Regungen des menschlichen Herzens und damit auch einen Einfluss auf die Culturentwickelung gebildeter Völker gewonnen, als sie ihn je zuvor besessen. Es spiegelt sich derselbe in dem Ihnen Allen bekannten Buche von Strauss „Der neue Glaube" deutlich ab, und er lässt sich in hundert und tausend bleibenden und ephemeren Erzeugnissen unserer Presse, sowie in dem Umschwung, ja selbst im Ausdruck der Tagesmeinung vielfach und klar erkennen.

Es fragt sich indessen, ob die moderne Zoologie sich nicht durch die Gewinnung dieses Einflusses, noch mehr durch die Gewöhnung an denselben, der oben angedeuteten Gefahr ausgesetzt habe: auf ihrem eigenen Gebiete Einbusse durch ihr fremde Mächte zu erleiden, als Folge oder als Strafe dafür, dass sie ihren annectirenden Griff zu weit über nicht ihr angehörige Reiche auszudehnen versucht habe. Es gilt, wie im Leben der Völker, so auch im Entwickelungsleben jeder Wissenschaft das Naturgesetz: dass auch der Besiegte nicht ohne Einfluss auf die Geschicke des Siegers bleibe; wir werden bald sehen, dass zur Bestätigung dieses

Gesetzes gerade die Zoologie die Methode jenes Gebietes anzunehmen im Begriffe steht, gegen welches sie principielle Opposition zu machen vorgiebt und das sie überwunden zu haben glaubt: das Reich des unbedingten Glaubens an Dogmata.

Aber es giebt für eine Wissenschaft keine grössere Gefahr, als die in ihrer Glaubensseligkeit liegt.

Es ist in diesen einleitenden Worten das Programm für unsere heutige Untersuchung und ihre Gliederung angedeutet. Unsere Aufgabe besteht in einer Prüfung des wissenschaftlichen Werthes der modernen Zoologie. Um diese anzustellen, haben wir erstlich zu untersuchen, ob und zweitens, warum diese Wissenschaft einen überwiegenden Einfluss auf andere Gebiete gewonnen habe. Daran knüpft sich drittens die Frage, in wie weit die von jenen her ausgehende Rückwirkung sie selbst schon geschädigt habe oder zu schädigen drohe.

Unsere erste Frage lautet: besteht ein solcher weitgehender Einfluss der modernen Zoologie? Es hiesse Eulen nach Athen tragen, wollte ich die unbedingt bejahende Antwort begründen durch eine lange Aufzählung zahlreicher, Ihnen Allen bekannter Thatsachen; Sie Alle wissen, dass dieser Einfluss vorhanden ist; so kann ich mich auch darauf beschränken, durch ein paar Worte Ihnen die Tiefe und Spannungsweite desselben anzudeuten.

Eine jede Weiterentwickelung, auf materiellem wie auf psychischem Boden, zerstört mehr oder minder entschieden altererbte Eigenschaften und liebgewonnene Anschauungen oder Gewohnheiten. Die allmälige, schrittweise Entwickelung

jedes Individuums, jeder Thierfamilie oder auch jedes Organs überwindet Stufen der Ausbildung, die vorher nothwendig waren, wirft Theile oder Glieder ab, deren sie später nicht mehr bedürfen. Einen grösseren Umschwung aber, als ihn das Buch von Strauss im Bereich der religiösen Gefühle der Menschen anzubahnen versucht, kann man sich kaum denken; ebensowenig auch einen grösseren Gegensatz, als er zwischen dem so revolutionirten Gebiet des Glaubens und dem alles dogmatischen Glaubens baren Reiche der wissenschaftlichen Zoologie besteht. In mehr oder minder innigem Zusammenhange mit ihr stehen die übrigen Wissenschaftszweige, selbst da, wo sie nur den einen Charakter der streng wissenschaftlichen Arbeit gemeinsam haben; dass sie sich gegenseitig beeinflussen müssen, liegt auf der Hand. Wenn aber die Revolution auf dem, der dogmenlosen Wissenschaft entgegengesetztesten Gebiete des religiösen Gefühls die Ergebnisse der Zoologie als ganz besonders wichtige Hülfstruppen in's Feld führt, so deutet dies eine Macht und Tiefe des Einflusses dieser Wissenschaft an, wie sie durch kein anderes Wort kurz zu bezeichnen waren, wie durch die im Titel meines Vortrags geübte Vereinigung zweier, ihrem innersten Wesen nach so urverschiedenen Aeusserungen des menschlichen Geistes und Gemüthes, als es der neue Glaube und die moderne Zoologie sind oder doch wenigstens sein sollten.

Wenn es sich nun zweitens darum handelt, die Ursachen zu ergründen, welche fast urplötzlich die Zoologie zu einer der einflussreichsten Wissenschaften der Neuzeit gemacht haben, so können wir uns hier nicht einfach, wie vorhin, mit einem Bilde begnügen, sondern müssen versuchen,

sie als in dem modernen Entwickelungsgang dieser Wissenschaft begründet nachzuweisen.

Es gab eine Zeit, da andere Fächer und die gebildete Welt kaum weiteren Antheil an der Thierlehre nahmen, als wie wir Europäer des Binnenlandes ihn jetzt etwa den Chinesen oder den Fidji-Insulanern zu schenken pflegen. Wir lassen uns eine kurze Schilderung ihrer Sitten und Gebräuche als ganz interessant gefallen und freuen uns, dass wir keine solchen sind: aber unsere Cultur und Wissenschaft kümmert sich wenig um die der Chinesen und unser Blut geräth kaum in Wallung, wenn wir von dem, doch durch unsere Schuld verursachten massenhaften Hinsterben jener Inselbewohner hören. So ungefähr „kühl bis zum Herz hinan" stand die europäische Welt noch vor 20 Jahren der Zoologie gegenüber; hie und da fanden sich wohl für sie einige Liebhaber und wenn sie irgendwie tieferen Einfluss gewann, so geschah es, wenigstens in unserem Jahrhundert, nur, weil die moderne wissenschaftliche Zoologie halb und halb ein Kind der practischen Medicin ist.

Und es geschah ihr dabei nicht sonderlich Unrecht. Während andere Zweige der Naturwissenschaften Entdeckungen auf Entdeckungen häuften, welche in der kurzen Frist von 50 Jahren — so lange etwa werden die Schienenwege erst befahren — einen grösseren Umschwung in der Entwickelung der materiellen Cultur unseres Erdballs hervorriefen, als die Arbeit vieler vorhergehender Jahrhunderte dies zu thun vermochte; während die rein speculativen Wissenschaften, voran die Philosophie, unaufhaltsam und mit grösstem Erfolge an der idealen Weiterentwickelung

des Menschen und seiner geistigen Cultur arbeiteten: legte mehr, als irgend ein anderer Wissenschaftszweig, die Zoologie in selbstbeschaulicher Ruhe ihre Hände in den Schooss. Das heisst, nach aussen hin; denn auf ihrem eignen, freilich von der Welt wenig beachteten und in dogmatische Fesseln gespannten Boden war sie wahrlich nicht unthätig. Ich brauche Ihnen nur die Namen von Cuvier, Geoffroy St. Hilaire, Lamarck, Oken, Baer, J. Müller und Agassiz zu nennen, um Sie daran zu erinnern, dass die Zoologie auch während jener Zeit der scheinbaren Unthätigkeit nicht der bedeutendsten Erfolge ermangelte.

Aber, so werden Sie fragen, wodurch geschah es denn, dass eine Wissenschaft so plötzlich von allgemeinster Bedeutung werden konnte, die eben zuvor noch wenig gekannt und beachtet und eigentlich auch nur geachtet wurde um der grossen Geister willen, die es nicht verschmähten, ihr alle ihre Kräfte zu widmen? Die Antwort ist leicht zu geben.

Der Umschwung datirt von jenem Jahre an, in welchem uns Darwin mit seinem bekannten revolutionären Buche beschenkte. Ich nenne das Werk revolutionär mit vollstem Rechte, selbst dann, wenn ich dabei ausschliesslich den Einfluss im Sinne habe, den es auf die in erster Linie betheiligte Wissenschaft gewann. Bis auf Darwin galt in der Zoologie das Dogma der sogenannten Typentheorie Cuvier's unumschränkt. Man bezeichnet mit diesem Worte jene wissenschaftlich-zoologische Ansicht, welche annimmt, dass in der Thierwelt vier sogenannte Typen durchgeführt seien, die, in ihren einzelnen Gliedern verwandtschaftlich compact

und zusammenstimmend, durch den Gegensatz ihrer Charaktere grundsätzlich von einander verschieden und durch unausfüllbare Spalten getrennt wären. So sollte der Typus der Gliederthiere von dem der Wirbelthiere durchweg verschieden sein, von diesen beiden wieder der der Strahlthiere u. s. w. Und wenn man diese Typen auch wieder in einer höheren Einheit vereinigte, und sie als Thiere den Pflanzen gegenüberstellte, ja selbst mit diesen wieder als Organismen zusammenstellte und zu den anorganischen Naturkörpern in Gegensatz brachte: so folgerte man hieraus doch nie die Nothwendigkeit der Annahme verwandtschaftlichen Zusammenhanges nicht blos einzelner, sondern aller Thiere.

Das wurde nun mit und durch Darwin mit einem Schlage anders. Grundgedanke seiner neuen Lehre war, dass gerade so gut, wie eine nicht speculative, sondern thatsächliche Verbindung zwischen thierischen und pflanzlichen Organismen als ursprünglich vorhanden zu behaupten sei, so auch nicht der Gegensatz zwischen den Typen Cuvier's, sondern vielmehr ihre principielle Uebereinstimmung angenommen werden müsse. Mit andern Worten: Darwin setzte voraus, dass das gesammte Thierreich eine grosse, in ihren einzelnen Gliedern durch die mannigfaltigsten und verwickeltsten verwandtschaftlichen Beziehungen verknüpfte Familie sei, deren einzelne Glieder nicht grundsätzlich verschieden wären, sondern trotz ihrer scheinbaren Unähnlichkeit doch im Grunde genommen die grösste Verwandtschaft erkennen liessen. Die Stammverwandtschaft aller thierischen Formen ist der grundlegende Gedanke des Darwinismus.

Dieser Gedanke war nicht neu; zu verschiedenen Zeiten vor Darwin hat es Gelehrte gegeben, welche ihn aussprachen und durchzuführen versuchten. Ich erinnere Sie nur an Geoffroy St. Hilaire, dessen jahrelang fortgesetzter Kampf gegen die Cuvier'sche Typentheorie schliesslich mit einer vollständigen Niederlage seiner Ansicht der „unité de composition organique" endigte. Es genügt hier, an diese Thatsache und die weitere von dem gänzlichen Misserfolg der Lamarckischen Lehre von der Umwandlung der Thierformen zu erinnern, um daran die Frage zu knüpfen, wodurch denn derselbe Gedanke, von Darwin aufgenommen und in neue Formen gegossen, kaum 40 Jahre später einen so durchschlagenden Erfolg zu erringen vermochte.

Es ist überflüssig, zur Antwort auf diese Frage Ihnen hier das Wesen des Darwinismus und seine Hauptsätze auseinanderzusetzen; denn ich darf annehmen, dass Sie Alle im Wesentlichen hierüber unterrichtet sind. Der grundlegende Gedanke war, wie gesagt, die intuitive Ueberzeugung, wenn Sie wollen, die Hypothese von der genealogischen Verwandtschaft aller Thiere, nicht blos der Formen eines Typus untereinander. Aber diese Annahme, zu Cuvier's Zeit scheinbar willkührlich und durch keine Thatsache unterstützt, wurde durch ihn zum Gliede einer Theorie gemacht, indem er sie als nothwendige Folge eines, die gesammte Organismenwelt beherrschenden Entwicklungsganges nachwies. Man mag über diesen Versuch zu einer Erklärung der Entstehung organischer Formen auseinander denken, wie man will: das Eine wird man zugeben müssen und gesteht man auch auf gegnerischer Seite zu, dass es in der

That ein Versuch war, so strotzend voll schöpferischer Kraft und fruchtverheissender Ideen, dass er unbedingt in erster Linie unter die treibenden Kräfte in der Entwickelung der Naturwissenschaften zu stellen sei. Wie fruchtbar Darwin's Theorie für die Zoologie aber war, mögen Sie aus der Thatsache entnehmen, dass diese Wissenschaft in den letzten 15 Jahren, seit sie sich mit Bewusstsein dem treibenden Einflusse Darwin'scher Gedanken hingiebt, factisch weiter in der Erkenntniss der natürlichen Verwandtschaften und im Aufbau eines wirklich natürlichen Systems gekommen ist, als die mehr denn 50jährige Arbeit dieses Jahrhunderts vor Darwin sie zu bringen vermochte.

Bis auf Darwin schmachtete die Zoologie unter dem Banne dogmatischer Anschauungen, unter dem Fluche der Typentheorie. Während schon zu Cuvier's Zeiten ein Astronom dem ersten Napoleon sagen konnte, er habe als Naturforscher zur Erklärung der Gesetze Himmels und der Erden einen Schöpfer nicht nöthig; während Chemie, Physik und andere Wissenschaftszweige den unbedingten Causalzusammenhang der Erscheinungen längst schon als Basis ihrer Untersuchungen nehmen durften, konnte es die Zoologie nicht wagen, mehr oder anderes zu thun, als die Schöpfungsgedanken, die in der Thierwelt verkörperten Ideen nachzudenken. Die Annahme eines wirklich materiellen Zusammenhanges ihrer Erscheinungen war von vornherein ausgeschlossen, damit aber auch die Zoologie im Grunde aus der Liste der Wissenschaften ausgestrichen. Die langentbehrte Rolle einer wirklich denkenden, nicht blos sammelnden oder metaphysisch deutenden Wissenschaft fiel ihr plötzlich als

Eigenthum zu, als Darwin mit seiner Lehre von der Umwandlung der Arten den Bann löste, der bis dahin auf ihr gelegen hatte. Kein Wunder wahrlich, dass sein Wort zündete; es musste zünden, denn nichts ist für den Gelehrten so hinreissend, als die Aussicht bisher Unverständliches verständlich machen, scheinbar Unerreichbares in den Kreis des methodischen Angriffes seiner Wissenschaft ziehen zu können.

Jede Wissenschaft aber, welche ihren Inhalt und damit ihre Machtsphäre erweitert, indem sie ein grosses erklärendes Gesetz aufstellt, muss in Folge davon näher an andere Fächer herantreten, als sie es früher that, sodass der Einfluss, welchen die Darwin'sche Theorie für Zoologie und Botanik nothwendig haben musste, ebenso nothwendig auch in allerdings schwächerer Stärke auf andere Gebiete wissenschaftlichen Strebens übergreifen konnte. Diese Thatsache durch Beispiele zu belegen, dürfte überflüssig sein; Sie wissen Alle, dass die Anthropologie wie die Sprachenkunde, Geschichtsforschung und Socialwissenschaft, kurz fast jedes Wissensgebiet sich mit Interesse der neuen Lehre zugewendet und aus ihr Nutzen gezogen hat. Die Erklärung hierfür und somit die Antwort auf den einen Theil unserer zweiten Frage liegt in der Erfahrung, dass ein Aufschwung auf dem einen Gebiete auch immer regeres Leben auf anderen zur Folge hat; wie eine Handelskrisis in Amerika oder China heutiges Tages ihren Einfluss bis in die fernsten Winkel der bewohnten Erde geltend machen muss.

Zur vollen Beantwortung der zweiten Frage fehlt aber noch der Nachweis, dass die Darwin'sche Theorie nicht blos

auf das wissenschaftliche, sondern auch auf das gemüthliche Leben der Völker Einfluss gewinnen musste. Um diese Lücke zu füllen, will ich scheinbar einen Schritt zurückthun.

Die Möglichkeit, bisher Unverständliches zu erklären, war, ich wiederhole, für viele, so namentlich für die Formerscheinungen des thierischen Lebens erst mit Darwin gegeben. Dürfen wir aber ihm und seiner Lehre einen Vorwurf daraus machen, dass sie nicht alle Fragen beantworten können, die nun von allen und selbst den unberufensten Seiten her ihnen zur Lösung gewaltsam aufgedrängt werden? Man sagt z. B., dass die Darwin'sche Lehre desshalb auch auf zoologischem Gebiete keine Geltung beanspruchen könne, weil sie den eigentlichen Kern der Frage, den der Entstehung des organischen Lebens überhaupt, unbeantwortet lasse. Aber hat sich denn die Zoologie diese Frage schon gestellt? Und ist es nicht für sie ganz gleichgültig, ob die ersten organischen Keime aus dem Weltäther auf die Erde gekommen oder aus den anorganischen Körpern durch Urzeugung entstanden seien? Für beide Annahmen lassen sich einstweilen gar keine Beobachtungsbeweise beibringen. Durch beide geräth man also über die Gränze hinaus, die nun einmal dem Zoologen, wie jedem beobachtenden Naturforscher gezogen ist. Wer doch in aller Welt zwingt ihn denn, den ihm gewohnten Boden zu verlassen, und Metaphysiker zu werden? Das aber würde er sein, sowie er irgend eine Hypothese, die über die momentan bestehende Gränze hinausgriffe, zur Basis seines wissenschaftlichen Systemes machte. So lange jedoch die Zoologie die noch so hart gestreifte

Gränze selbst festhält, hat man auch nicht das Recht, von ihr zu verlangen, dass sie selbstmörderisch diese umwerfe und Metaphysik werde.

Auch will mir scheinen, als stelle man nur in bewusster Absicht solche Forderung und Frage an die zoologische Wissenschaft: in der nämlich, sie womöglich ihres Einflusses auf andere Zweige und auf die Gefühle des Menschen zu berauben. Es hiesse Widersinniges behaupten, wollte man sagen, die Zoologie allein habe nicht das Recht, innerhalb ihres Bezirkes gerade so zu verfahren, wie es Chemie, Physik, Geologie, ja selbst die Botanik unbeanstandet auf dem ihrigen thun; obgleich doch auch für diese Zweige eine metaphysische Auffassung möglich ist und auch thatsächlich vertreten wird. Aber man hat sich allmälig daran gewöhnt, die letztere gänzlich von derjenigen des Naturforschers zu trennen und diesem zu gestatten, die materielle Welt der chemischen, physikalischen Erscheinungen auf seine Weise, durch die Annahme eines in alle Ewigkeit bestehenden Causalzusammenhanges der Phänomene zu erklären. Selbst der Botanik würde man von metaphysischer Seite her vielleicht noch das Recht zur Benutzung der Darwin'schen Sätze gestatten, nur der Zoologie allein möchte man das gleiche Recht versagen. Und da man dies doch wohl nicht thun kann, so versucht man sie auf Gebiete zu locken, die ihr nicht allein angehören und auf denen sie demnach auch kein ausschliesslich entscheidendes Urtheil fällen kann.

Die Motive dieser Absicht liegen offen zu Tage. Um es mit einem Worte zu sagen: man will der modernen Zoologie das Recht entreissen, neben der Theologie und

Philosophie auch Antheil am Menschen, als an einem Object seiner wissenschaftlichen Forschung zu haben. Und man glaubt dies am Besten dadurch erreichen zu können, dass man zu zeigen versucht, es sei die Darwin'sche Lehre, welche den Menschen mitten in die Thierwelt hineinstellt, nicht im Stande, die einzige, wirklich wesentliche Frage nach der Entstehung des organischen Lebens zu lösen. Entreissen aber will man der Zoologie das beanspruchte Recht, weil man fühlt, dass durch volle Ausübung desselben ein Einfluss nicht blos auf die verwandten Wissenschaftszweige, sondern auch auf das Glaubensleben des Menschen gewonnen wird, welcher die Minderung des Ansehens dogmatischer Lehrsätze nur steigern kann.

Diese Furcht ist begreiflich; und ihr Vorhandensein erklärt im Verein mit dem Wunsche des Menschen, sich nicht zu sehr gemüthlich erregt zu sehen, die Theilnahme oder den leidenschaftlichen Widerspruch, welchen die Darwin'sche Theorie bei Theologen, Philosophen und dem grossen Publikum gefunden hat.

Die Consequenz der Darwin'schen Lehre, dass auch der Mensch innerhalb des Einwirkungskreises der durch die Zoologie festgestellten Gesetzmässigkeiten stehe, dass er also auch wie jedes andere Thier durch natürliche Entwickelung aus einfacheren Thieren entstanden sei und die unmittelbar hieraus sich ergebende Frage nach den muthmaasslichen oder nachgewiesenen Vorfahren des Menschen erregten, wie leicht begreiflich, die Menschen im höchsten Grade. Wir hatten so lange geschwelgt in dem allerdings nicht immer eingestandenen Gedanken, dass doch eigentlich

der Mensch so etwas ausserhalb der Naturgesetze stehe, dass wir laut aufschrieen, als nun mit einem Male die Zoologie, diese unpractische Wissenschaft, uns in unserer Selbstbewunderung störte und uns zeigte, dass die Entstehung unserer körperlichen Erscheinung auf demselben Wege erklärt werden könne, wie die eines Wurmes oder gar des berüchtigten Urschleims. Und unser Gefühl wurde beleidigt, unser Stolz empörte sich, als beim wissenschaftlichen Suchen nach den muthmaasslichen Urahnen des Menschengeschlechts unsere Vettern, die Affen, uns in allzu nahe verwandtschaftliche Berührung gebracht wurden. Und was sich von andern, berechtigten oder unberechtigten Consequenzen hier anknüpfte, konnte die hervorgerufene gemüthliche Erregung nur steigern.

Die so gegebene Erklärung der Nothwendigkeit des zoologischen Einflusses auch auf das Gefühlsleben der Menschen, will ich indessen durch abschweifendes Eingehen auf einige bisher kaum angedeutete Puncte noch weiter erläutern.

Es wird der Darwin'schen Theorie häufig zum Vorwurf gemacht, dass sie durch die von ihr behauptete und zoologisch nachgewiesene Stammverwandtschaft mit den Thieren dem Menschen eine seiner Gottähnlichkeit unwürdige Rolle zuertheile. Es entspringt dieser Vorwurf, wie oft genug schon gesagt worden ist, aus dem unser menschliches Geschlecht kennzeichnenden Hochmuth; aber ich will diesen Punct hier nicht abermals erörtern, auch nicht untersuchen, ob jener Vorwurf dem Inhalt nach berechtigt sei. Nur auf Eines möchte ich aufmerksam machen. Die Chemie fragt

nichts nach der Würde des Menschen, sondern sie ergründet die Kräfte und Gesetze der Materie, soweit sie in den Bereich ihrer Forschungsmethode fallen; die Physik erforscht die Gesetze der Schall- und Licht-Wellen, und aller anderen physikalischen Vorgänge: kurz, jede exacte Naturwissenschaft verfolgt ihre Aufgabe der Erklärung der materiellen Erscheinungen nach dem Gesetz des Causalzusammenhanges, unbekümmert darum, ob sie dabei unsere eingebildete oder wahre Würde schädige oder nicht. Auch glaubt man kaum, dass dies möglich sei; die Zoologie allein soll im Stande sein, der menschlichen Würde zu nahe zu treten, indem sie Fragen discutirt und in ihrer Weise beantwortet, welche ihr entschieden dem materiellen Substrat nach angehören und nur in der, für die zoologische Forschungsmethode characteristischen Weise gelöst werden können. Diese Methode aber ist durch das materielle Wesen der zu erklärenden Formen und ihrer Lebenserscheinungen und durch die allgemeine Eigenschaft der Naturwissenschaft überhaupt bestimmt. Ein transcendentaler Vergleich, oder eine metaphysische Ausdeutung der Körperform des Menschen ist nicht naturwissenschaftlich; der Versuch aber, sie in ihrer Vollendung und auffallenden Abweichung von anderen durch Annahme einer allmäligen Entstehung aus einfacheren Thierformen zu erklären, ist streng zoologisch, freilich aber nicht metaphysisch.

Gegenüber solchem Vorwurfe muss auf das Energischste dagegen Einsprache gethan werden, als habe Metaphysik oder gar Theologie oder selbst nur irgend eine andere Naturwissenschaft der Zoologie die Gesetze ihrer Forschung

zu bestimmen. Sie giebt sich selbst ihre Methoden und ihre Richtung und fragt nicht danach, ob dies andern Fächern, oder den Gefühlen der Menge oder gar chinesicher Staatsraison genehm sei oder nicht. Und wenn die in wirklich ernster Forschung von der Zoologie gewonnenen Resultate mit denen irgend einer anderen Wissenschaft in Widerspruch gerathen, so ist damit nur erwiesen, dass man das Verständniss der von zwei Seiten her erklärbaren oder zu erklären versuchten Erscheinung noch nicht gewonnen habe; und wenn nun zufällig die metaphysische Speculation dieses Gebiet ist, welchem die Resultate der Zoologie nicht behagen, so ist dadurch nicht im Entferntesten bewiesen, dass die letztere sich geirrt haben müsse, jene sich nicht geirrt haben könne. Denn der Wissenschaft als solcher haftet der Irrthum nicht an, dieser ist nur Zuthat des irrenden Menschen, die er hier wie dort, auf dem Boden einer inductiven Beobachtungswissenschaft, wie auf dem der speculativen Metaphysik anbringen kann.

Auch noch ein anderer Vorwuf wird oft genug der heutigen Zoologie gemacht: sie treibe durch die Darwin'sche Theorie einem culturfeindlichen Pessimismus und Materialismus zu. Auch hier wieder habe ich den Inhalt dieses Vorwurfes nicht zu discutiren, da ich zu Ihnen als Zoologe spreche und ich als solcher weder Pessimismus, noch Materialismus kenne. Dagegen kann ich nicht umhin, Ihnen durch einen Vergleich die Hypocrisie dieses Tadels darzulegen. Gesetzt, wir Europäer fragten erst die wilden Völkerschaften z. B. im stillen Ocean, ob sie wohl geneigt seien, unsere Cultur anzunehmen? Glauben Sie mir, sie

alle würden sich dieselbe verbitten, und das mit vollstem Rechte: denn das leidet keinen Zweifel, wenn wir ihnen auch nur die Segnungen derselben und nicht unsere Waffen und gegohrenen Getränke, unsere Laster und unsere Krankheiten brächten; sie würden doch an unserer Cultur zu Grunde gehen, wie die Motte sich versengt im Strahle der Kerze, die dem Dichter leuchtet zu nächtlicher Arbeit. Nicht jedes Volk ist reif für jeden Culturzustand und so wenig, wie jene armen Insulaner im fernen Osten den Einfluss unserer Cultur zu verarbeiten vermögen, so wenig würden wir zu der ähnlichen Anstrengung fähig sein, wenn uns urplötzlich ein über Nacht auf die Erde herabgestiegenes Volk von Göttern auf seinen idealen Hochstand zu heben versuchen würde. Ist denn aber das Verhältniss zwischen einer, die Wahrheit allein anstrebenden Wissenschaft und einem, dem jeweiligen Culturzustand entsprechenden Ausdruck gemüthlicher Regungen der Menschen ein anderes? Wir sollen, so sagt man uns, durch unsere Lehren keine Anschauungen verbreiten, welche die Menschen unglücklich machen würden, da sie ihnen den idealen, ethischen Gehalt und Halt raubten. Aber so wenig, wie die europäische Civilisation bei ihrem Siegeslauf um die Erde darnach fragt, ob sie in ihrem Gange andere Völker erbarmungslos zertritt, die sie nicht begreifen können: ebenso wenig auch hat eine Wissenschaft danach zu fragen, ob ihre Resultate sich mit den Lehren dieser oder jener metaphysischen Schule vertragen, oder ob dieser oder jener Mensch sie nicht zu ertragen vermag, weil sie ihm einen schönen Irrthum raubten, der allein seinem Leben Gehalt und Halt

gab. Wahrheit, strengste Wahrheit gegen seine Wissenschaft allein und nüchternste Kritik seiner Meinungen kann und muss jedem Forscher zur unwandelbaren Pflicht gemacht werden; Rücksichtnahme auf Lehrsätze fremder Gebiete oder gar auf die Gefühle der grossen Menge ist ihnen unbedingt versagt. Die Göttin der Wahrheit aber schminkt ihr Angesicht nicht, noch trägt sie es verhüllt; wer ihren Blick nicht zu ertragen vermag, wende, wie der Vogel Strauss, den seinigen ab.

Mit diesem, nie auch nur für einen Augenblick aufzugebenden Selbstbestimmungsrecht erwächst aber auch jeder Wissenschaft die Pflicht, die für den Augenblick vorhandenen Gränzen zu achten — vor Allem, wenn es gilt, dem Volke die feststehenden Resultate der Wissenschaft mitzutheilen. Hypothesen sind der befruchtende Thau für urbar zu machende Gebiete, aber sie führen bei ihren nothwendigen Uebergriffen auf unsicheren Boden den Laien irre, der sich ihrer Führung anvertraut. Hypothesen aufstellen, wissenschaftlichen Streit erregen, ist Salz und Sauerteig der Wissenschaft; diesen Kampf öffentlich führen und dabei die öffentliche Meinung zum Richter machen, jene Hypothesen als dogmatische Lehrsätze dem Volke mittheilen, heisst dieses täuschen und die Wissenschaft schädigen.

Und damit, verehrte Anwesende, wären wir auch schon bei der Beantwortung der dritten Frage angelangt, welche lautete: hat die von den beeinflussten Seiten her erfolgte Rückwirkung die Zoologie bereits geschädigt oder droht ihr von dort aus Gefahr?

Wer ehrlich sein will, muss unbedingt antworten, dass die Zoologie durch solche Rückwirkung bereits schwere Einbusse an wissenschaftlichem Werthe erlitten habe. Zum Beweise dieses Satzes bin ich genöthigt, Ihnen das Wesen der modernsten Zoologie, wie sie sich in Uebertreibung des Darwinismus namentlich hier in Deutschland ausgebildet hat, kurz zu schildern.

Die Zoologie ist eine auf Beobachtung beruhende Naturwissenschaft; ihre Methode ist ausschliesslich die inductive. Wie jede andere Naturwissenschaft, hat auch sie ihre natürlichen, allerdings nicht unwandelbaren Gränzen; sie kann dieselben verrücken, hinausschieben, aber nie überspringen, wenn sie nicht ihren Character als Wissenschaft verlieren will. Diese Gränzen sind durch den Inhalt der zu erklärenden Erscheinungen, durch die Methode und durch die ihr dienenden Hülfsmittel bestimmt.

Inhalt der zoologischen Wissenschaft sind die materielle Form und die Lebenserscheinungen des thierischen Körpers. Er findet seine Gränze einerseits nach unten hin gegen den Ursprung des organischen Lebens zu, nach oben hin in der Entwickelung der Psyche. Beide lassen sich einstweilen von dem Zoologen, als beobachtenden Naturforscher, nicht überspringen. Denn wir sind weder im Stande, die Entstehung des organischen Lebens aus dem Unorganischen, noch die der psychischen Prozesse aus dem materiellen Substrat des Körpers heraus zu beobachten und so die Gesetze derselben festzustellen. Wollen wir, um das auch uns, wie jedem Menschen innewohnende metaphysische Bedürfniss zu befriedigen, uns über diese Vorgänge eine

Meinung bilden, so können wir hierzu immer nur eine, keiner naturwissenschaftlichen Prüfung unterliegende Hypothese benutzen. Und dabei werden wir natürlich mit vollstem Rechte diejenige wählen, welche unserem naturwissenschaftlichen Geschmacke am Meisten zusagt; nur müssen wir uns hüten, dieselbe als eine naturwissenschaftlich begründbare anzusehen und hinzustellen. Man hat zwar, in hyperdarwinistischer Ueberschätzung seiner Kräfte, geglaubt, den Gesetzen der Entstehung organischen Lebens durch das Experiment nachgehen zu können; aber einmal sind alle, die Abiogenesis beweisen sollenden Experimente falsch und dann bewiesen sie überhaupt nichts für die tiefer liegende Frage, da ausnahmslos dabei schon existirende organische, von Organismen direct herrührende Körper benutzt worden sind. Und wenn andrerseits auch die Psyche des Menschen in das Forschungsgebiet der Zoologie hereingezogen wurde, so muss dem gegenüber hervorgehoben werden, dass wohl ein gewisser Zusammenhang zwischen den psychischen Prozessen der Thiere und des Menschen geahnt werden, niemals aber von uns Zoologen bewiesen werden kann, weil wir nicht im Stande sind, die Entstehung derselben, weder bei uns selbst, noch bei den Thieren, in naturwissenschaftlicher Weise zu beobachten.

Aber auch die Methode der Induction stellt unserer Wissenschaft Gränzen entgegen. Wir machen Experimente, oder untersuchen die von der Natur selbst angestellten; aus diesen heraus folgern wir inductiv die in der Natur geltenden Gesetze. So hängt die Erkenntniss der letzteren wesentlich ab von der Möglichkeit der Anstellung jener

Experimente oder von der Deutbarkeit der von der Natur selbst dargebotenen Erscheinungen. Hierzu bedürfen wir zahlloser Hülfsmittel; alle diese aber unterliegen wiederum zahlreichen Beschränkungen. Um nur ein Beispiel anzuführen: man spricht gern in der Zoologie von den einfachsten, nur aus einem Klümpchen Protoplosma bestehenden mikroskopischen Thierchen. Aber man vergisst, dass man sie desshalb nur die einfachsten nennt, weil wir mit unseren Mikroskopen keine weiteren morphologischen Verschiedenheiten in ihnen zu erkennen vermögen, da durch diese auch unserer Sehkraft eine Gränze gezogen ist, und man vergisst ferner dabei, dass durch andere Hülfsmittel dennoch die recht weitgehende Individualisirung auch dieser scheinbar einfachsten, organischen Wesen nachgewiesen werden kann. Und auch diese Hülfsmittel wieder finden ihre eigenartige Einschränkung, sodass wir überall auf unseren Forschungswegen auf Gränzen stossen, die durch Hülfsmittel und Methode der Untersuchung, durch Inhalt der Wissenschaft und zu gutem Theile auch durch die Eigenart des Beobachters selbst gezogen sind. Wollten wir über diese Gränzen hinüberspringen, ohne mit uns neue Werkzeuge der Forschung zu nehmen, die uns eine Eroberung des unerforschten Gebietes gestatteten: so würden wir damit den Sprung in die Metaphysik wagen und unsern Character als Naturforscher aufgeben.

Die wissenschaftliche Zoologie muss also, wenn sie ihren Charakter als Naturwissenschaft nicht verlieren will, streng inductiv bleiben. Man hat sie zwar in neuester Zeit öfters eine deductive Wissenschaft genannt, aber, wie mir scheint,

sehr mit Unrecht; denn das setzte voraus, dass wir aus der Natur des allgemeinen Gesetzes heraus nach den Normen logischer Gedankenverbindung die besondere Erscheinungsweise desselben für jeden einzelnen Fall vorausconstruiren könnten. Das ist aber nur zu sehr geringem Theile in der thierischen Physiologie, in der Morphologie, der zweiten Hälfte der Zoologie, aber so gut wie gar nicht möglich. Ein Beispiel für viele möge hier genügen. Wir folgern aus der Thatsache, dass bei allen bisher untersuchten Wirbelthierembryonen ein eigenthümlicher Vorläufer der Wirbelsäule auftritt, die sogenannte chorda dorsalis oder Rückensaite, dass jedes Wirbelthier einmal eine solche gehabt haben müsse; wir erkennen durch immer und immer wiederholte Beobachtungen eine bestimmte Gesetzmässigkeit in ihrem Auftreten bei den Wirbelthieren. Aus ihren Eigenschaften aber können wir in keinem einzigen Falle folgern, dass ihre Umbildungsweise hier bei den Fischen diese, bei anderen Wirbelthieren jene sein müsse. Auch diesen Punct müssen wir wiederum durch inductive Deutung der Beobachtungen aufklären und dann erst gelangen wir zur Feststellung einer gewissen Gesetzmässigkeit in ihrem Vergehen, Bestehenbleiben oder Umbilden. Und genau das Gleiche gilt für alle Organe und alle Thierformen, auch für die Mehrzal ihrer Lebenserscheinungen; wir beobachten diese, finden eine Gesetzmässigkeit in ihnen und stellen ein Gesetz auf, welches den Inhalt dieser Gesetzmässigkeit am kürzesten ausdrückt, niemals aber alle Elemente einer deductiven Behandlung desselben enthält oder überhaupt auch enthalten kann, da es uns den wirklich causalen Zusammenhang zwischen den ver-

schiedenen Stadien z. B. einer Entwickelungsreihe nicht giebt, sondern nur ahnen lässt.

Die Methode der Induction bleibt also auch, nach wie vor, die der Zoologie, wie jeder anderen beobachtenden Naturwissenschaft. Wenn wir dies Resultat fest im Sinne behalten, wird es uns auch nicht schwer werden, diejenigen Eigenthümlichkeiten der modernsten Zoologie herauszufinden, welche ihr den Charakter einer auf Beobachtung beruhenden und nur inductive Schlüsse gestattenden Wissenschaft zu rauben drohen oder selbst schon entrissen haben. Zuvor aber müssen wir uns darüber verständigen, was wir modernste Zoologie zu nennen haben.

Hier muss ich bemerken, dass ich mit diesem Worte eine ganz bestimmte Richtung bezeichnen wollte, welche es sich zur Aufgabe macht, unsere Wissenschaft durch speculative Ausbeutung des Darwinismus und Verfolgung desselben in die, über die momentan bestehenden Gränzen hinausliegenden Gebiete zu einer deductiven Wissenschaft, also zu Naturphilosophie oder Metaphysik zu machen. Ich entnehme die Berechtigung, diese Art Zoologie als „modernste“ zu bezeichnen, einmal der Thatsache, dass sie zur früheren, inductiven Zoologie in schroffem Gegensatze steht und zweitens dem Factum, dass sie allein dem grossen Publikum nahetritt, und durch die ausschliesslich von ihr geübte Popularisirung bei diesem den Glauben erweckt, als sei sie in der That die Zoologie der Jetztzeit, wie der Zukunft. Der Name ihres Begründers gilt unbestritten, wenigstens in Deutschland, als der des grössten Zoologen dieses Jahrzehents; und das Lehrgebäude, welches Häckel aufgebaut

hat, gilt ebenso unbestritten in den Kreisen der Gebildeten als das vollendetste System der Zoologie.

Sehen wir nun zu, in wie weit dasselbe — der Häckelismus, um mich eines zuerst von Huber in München gebrauchten Wortes zu bedienen — den vorhin festgestellten Principien wissenschaftlicher Naturforschung gerecht wird, oder nicht.

Ich könnte hier, zur Bezeichnung seines wissenschaftlichen Werthes, an einen in einer Zeitschrift der Tagesliteratur gebrauchten Ausdruck erinnern: dass man Häckel, als den Begründer eines neuen naturphilosophischen Gebäudes, den Apostel des neuen Glaubens nennen könne, und ferner, dass nach Häckel's eigenem Ausspruche der Darwinismus die Religion jedes Naturforschers sein sollte — ich brauchte an diese Worte nur zu erinnern, um zu beweisen, dass diese Richtung sich immer weiter von eigentlich wissenschaftlicher Naturforschung entfernen und dem Dogmatismus und dem phantastischen Formelkram zutreiben muss, wie sie sich immer einstellen, wenn religiöse oder überhaupt schwärmerische Gefühle ihren äusseren Ausdruck finden sollen. Damit aber begiebt sich die Zoologie ihres, durch Darwin wohlgegründeten Rechtes, mitzuarbeiten an der allgemeinen Culturarbeit der Befreiung von beengend dogmatischen Anschauungen; denn theilnehmen kann sie an dieser Arbeit nur, wenn sie auf ihrem eigenen Boden sich nüchtern aller solcher Dogmen und wild phantasirten Behauptungen enthält.

Da ich indessen nicht beanspruchen kann, dass Sie mir ohne Beweis glauben — denn dadurch würde ich von Ihnen

einen Autoritätsglauben verlangen, den ich aufs Aeusserste bekämpfen möchte — da Sie also selbst urtheilen wollen, so muss ich zum Beweis der Richtigkeit obiger Charakteristik der modernsten Zoologie noch einige Thatsachen anführen.

Es fehlt ihr zunächst ebensowenig an Dogmatismus, wie jedem kirchlichen Lehrgebäude. Wenn man die verschiedenen Werke Häckel's, namentlich seine Anthropogenie und seine Schöpfungsgeschichte in den verschiedenen Auflagen unter einander und mit den gleichzeitig erschienenen kleineren wissenschaftlichen Arbeiten, z. B. über seine sogenannte Gasträa-Theorie vergleicht, so fällt auf, wie mit jedem neuen Bande das ganze Lehrgebäude vollständiger, abgerundeter und sicherer zu werden scheint. Weiss man dann aber, wie es dem Zoologen von Fach bekannt ist, dass die Grundlagen seines Systems — so vor Allem die wunderbare Kohlenstofftheorie und die schon erwähnte Gasträa-Theorie — in der That jeder Begründung durch sorgfältige Beobachtungen ermangeln und auch von der strengeren Schule nicht im Entferntesten als sichergestellt oder selbst als überhaupt discutirbar angesehen werden: so folgt daraus unmittelbar, dass falsche oder unbewiesene Lehrsätze nur desshalb vom Häckelismus nicht aufgegeben werden, weil sie in das hypothetisch und dogmatisch construirte Gebäude hineingehören, wie der Mensch ins Haus. So soll z. B. diese moderne Zoologie die Antwort geben auf die Frage, wie denn das organische Leben entstehe aus dem unorganischen; da wählt Häckel ohne alle Kritik den Kohlenstoff, weil er in allen organischen Körpern vorkomme, und macht ihn zum Erzeuger der organischen Form. Obgleich

ihm nun bekannt sein muss, dass sich diese Hypothese in keiner Weise mit den Eigenschaften des lebenden Organismus in logischen Zusammenhang setzen lässt, wiederholt er sie dennoch immer wieder und giebt ihr den volltönenden Namen einer Theorie. Und das Gleiche gilt von einer ganzen Anzahl sogenannter Theorien Häckel's, deren grösste Stärke fast durchweg nicht in dem logischen Bau, sondern in der dogmatischen Wiederholung und häufigen Betonung ihrer äusseren Anerkennung und ihrer wissenschaftlichen Fruchtbarkeit liegt.

Wo aber Dogmatismus sich einstellt, da lässt die Unfehlbarkeit nicht lange auf sich warten. Auch diese finden wir im üppigsten Maasse in den Häckel'schen Büchern. Worte, wie: sicherlich, zweifelsohne, auf jeden Fall, sonnenklar etc. und Superlative derselben oder anderer, autoritativer Ausdrücke — die ein weniger unfehlbarer Gelehrter nur höchst selten anwendet — finden sich dort auf Schritt und Tritt (Anm. 1). Sie verfehlen ihren Zweck nicht, Einfluss bei der grossen Menge zu gewinnen; wenn ein Gelehrter sich derartig sicher fühlt, dass er in so bestimmter, ja unfehlbarer Weise sprechen kann, so müssen doch nothwendig seine Behauptungen wohl begründet sein. Natürlich gehört dazu auch die Wiederholung der angegriffenen Lehren, als sei kein Argument gegen sie vorzubringen; die Unfehlbarkeit giebt ja dem Priester das Recht, die Einwände (Anm. 2) zu ignoriren. Noch mehr: aus dem Glauben an die eigene Unfehlbarkeit entspringt dann eine so weitgehende Selbsttäuschung, dass man als nüchterner Zuschauer erstaunt vor dem Maass der letzteren, nein, vor ihrem Uebermaass steht.

Dies nun ist meine letzte Aufgabe: die Phantasmagorieen und Selbsttäuschungen dieser modernsten Zoologie nicht blos zu behaupten, sondern auch durch einige Beispiele nachzuweisen.

Der Häckelismus, welcher aus der Zoologie eine Naturphilosophie machen möchte, braucht natürlich eine Antwort auf die Frage, wie denn überhaupt das organische Leben entstanden sei. Sie soll gegeben werden durch die schon erwähnte Kohlenstofftheorie; ihr Hauptsatz und einziger ist, dass der Kohlenstoff der plastische, formerzeugende Stoff aller organischen Körper sein müsse, weil er in allen zu finden sei. Aber dabei ignorirt sie, dass eine andere Hypothese das Leben auf unserer Erde ableitet von organischen Keimen anderer Weltkörper, die vor Existenz alles Erdenlebens in einer frühesten geologischen Epoche auf sie herabgekommen seien; sie führt nicht eine einzige Eigenschaft (Anm. 3) des Kohlenstoffes an, durch welche die organische Form als solche erklärt werden könnte; sie vergisst, dass das Leben der Organismen nicht in der Form beruht, diese vielmehr nach aller Wahrscheinlichkeit eine Leistung des Lebens selbst ist. Ja, sie treibt ihre Nichtachtung aller durch Beobachtung gewonnenen Erfahrungen so weit, dass sie nicht einmal den Versuch macht, diese letzteren mit der Hypothese in logische Gedankenverbindung zu bringen. Es genügt ja, zu sagen, man könne sich das so denken, um diese ganz willkührliche und in der höchsten Luft als Nebelbild schwebende Annahme, als sogenannte Theorie, d. h. als logisch sein sollende Erklärung von beobachteten Erschei-

nungen aus der allgemeinen Natur eines hypothetisch angenommenen Gesetzes heraus dem Publikum anzupreisen.

Ein anderes Beispiel. Die naturphilosophische Lehre verlangt natürlich die Annahme einfachster Lebewesen, die so einfach seien, dass man fast versucht sein könnte, sie als im Zustande des Ueberganges aus dem Anorganischen in das Organische begriffen anzusehen. Häckel hat ein eigenes Reich für diese Wesen geschaffen, das der Protisten. Unter diesen sollte sich Eines, das Allereinfachste, befinden, das noch jetzt als riesiger Protist, ein echter Urschleim, einen grossen Theil des Meeresbodens umspannte. Nur vergisst diese Urschleimhypothese, dass nach den vorliegenden sorgfältigen Beobachtungen die gut bekannten Protisten eine solche Menge complicirter Lebenserscheinungen, selbst vielleicht Individualität, zeigen, dass ihre sogenannte, einfachste Einfachheit eben nur für Den besteht, der sie sehen will. Dazu kommt noch, dass der einzige Beobachter, welcher diesen Urschleim zuerst aus der Tiefe des Oceans hervorgeholt, frisch untersucht hat und auch damals Bewegungserscheinungen an ihm gesehen haben will, nun erklärt, der Bathybius — so heisst zoologisch dieser Urschleim — sei wohl nichts anderes, als in gallertigem Zustande niedergeschlagener Gyps (Anm. 4).

Sie haben wahrscheinlich schon Alle von der berühmten Gasträa-Theorie gehört. Nach dieser sollen fast alle Thiere ohne Ausnahme abstammen von einem ganz einfachen, in Form eines doppelwandigen, nur mit einer Mundöffnung und Magen versehenen Sackes, im Wasser herumschwimmenden Thiere. Solche Larvenformen giebt es allerdings, aber sie

sind weit davon entfernt, auch nur die Mehrzahl der Fälle zu bilden. Das wäre freilich noch kein strenger Beweis gegen die Richtigkeit jener sogenannten Theorie. Aber diese ignorirt, dass eine Anzahl verschiedener und momentan wenigstens unverständlicher, d. h. nicht auf einander reducirbarer Formen der allerersten Embryonen vorkommen; sie vermag nicht im Entferntesten diese abweichenden Larvenformen durch Beobachtungen aus der Gasträa zu erklären; sie ist endlich vollständig überflüssig, denn die Beobachtung lehrt, dass dieselben Organe bald in einer Gasträa, bald in einer anderen Embryonalform entstehen können. Was aber auf mehrerlei Weisen sich hervorbilden kann, braucht nicht auf eine einzige Entwickelungsweise, als auf die primäre, eher bezogen zu werden, als nicht durch Beobachtung diese letztere als die einfachere und alle übrigen erklärende (Anm. 5) nachgewiesen werden kann. Einstweilen aber hat Häckel, trotz seiner Behauptungen, keine einzige Beobachtung für die Richtigkeit jener Hypothese ins Feld geführt; seine Liebhaberei am dogmatischen Formelkram allein zwingt natürlich die Wissenschaft nicht, gleichfalls an solche Nebelbilder zu glauben.

Genug der Beispiele — doch nein, nicht genug. Sie könnten mir einwenden, dies Alles beweise nichts, denn es wären ja nur Hypothesen, zu Nutz und Frommen der Wissenschaft aufgestellt. Ich hätte nicht viel dawider, blieben sie ausschliesslich dort, wo sie wissenschaftlich discutirt werden können. Dass aber Häckel wagt, sie Ihnen als feststehende, bewiesene Sätze vorzuführen, ein System aus ihnen aufzubauen, macht sie zu Nebelgebilden, die das

wirklich durch ernste Arbeit der Wissenschaft gewonnene Gut verhüllen und damit diese letztere schädigen. Aber nicht genug, dass er Ihnen Hypothesen als wahre Lehrsätze hinstellt, die Gegner seiner sogenannten Theorien (z. B. der Gasträatheorie, Anm. 6) als Dualisten, d. h. für ihn als Phantasten und Dogmatiker, zu bezeichnen wagt, auch die Beobachtungsthatsachen, die seinem Gebäude zu Grunde liegen oder liegen sollen, kann der Zoologe nicht mehr als Thatsachen (Anm. 7) hinnehmen. Ein Beispiel für viele: in seiner Anthropogenie bildet er ein sehr frühes Stadium aus dem Entwickelungsleben des Menschen ab, als habe er es gesehen; thatsächlich hat nie ein Naturforscher dasselbe bis jetzt in Händen gehabt.

So sehen wir denn in der modernsten Zoologie Dogmatismus, Unfehlbarkeit und Phantasterei gerade so gepaart, wie auf dem Gebiete des dogmatischen religiösen Glaubens, gegen welches die Ergebnisse jener immer voran in's Feuer geführt werden. Eine merkwürdige Erscheinung! Der Protest gegen ein zoologisches Dogma — das der Typentheorie — bringt Darwin in echt naturwissenschaftlicher Weise bis an die äusserste Grenze des inductiven Forschens, und damit an Gebiete heran, welche bis dahin gar keine Berührungspunkte mit der Zoologie zu haben schienen. Nun entspinnt sich ein Kampf um das Grenzgebiet. Hier fällt eine Schranke vor dem wuchtigen Angriff, dort eine andere; die Zoologie erweitert ihre Machtsphäre in unerwarteter, doch berechtigter Weise. Aber jetzt greift sie über die nur verschobenen, doch nicht aufgehobenen Grenzen hinaus; und mit diesem unberechtigten Uebergriff in das Gebiet des

religiösen Gefühls und metaphysischer Speculation stellen sich sofort bei ihr selbst die Eigenschaften ein, welche sie dort als unberechtigt zurückgewiesen hatte: Dogmatismus und Phantasiegläubigkeit.

Aber es giebt für eine Wissenschaft keine grössere Gefahr, als die in ihrer dogmatischen Glaubensseligkeit liegt.

Und doch ist diese modernste Zoologie momentan scheinbar die einzig wahre, wenigstens die mächtigste. Eine dogmatische, phantastische Zoologie! Man würde trauern müssen über den Niedergang, der so klar zu Tage tritt; man würde die Hoffnung aufgeben können, dass unsere Wissenschaft sich je wieder von ihrem Fall erholte; wenn nicht ein Glaube vorhanden wäre, der, ungleich dem alten dogmatisch-religiösen oder dem neuen aesthetisch-musicalischen Straussens, wirklich Platz und den Ehrenplatz in der Wissenschaft auch des Zoologen fände: der untilgbare Glaube an die alleinseligmachende Kraft des Strebens nach Wahrheit.

Anmerkung 1. In dieser Unfehlbarkeitslaune gestattet sich Häckel auch jeden lebenden Naturforscher zu classificiren; wer nicht seiner Ansicht ist oder ihm Mittel zur Erweiterung seines Hypothesenbaues liefert, wird als oberflächlicher Beobachter hingestellt, so z. B. neuerdings wieder Metschnikoff (Jenaische Zeitschr. 1875 pag. 500). In seinem Streit mit His und Bastian hat er ein ganzes Lexicon solcher Bezeichnungen verbraucht. Wenn ein Geschichtsschreiber Werth oder Unwerth eines Gelehrten durch Prüfung des von ihm gewonnenen Einflusses auf die Entwickelung der Wissenschaft zu bestimmen versucht, so ist dies durchaus berechtigt; wenn aber ein Tagesschriftsteller, wie Häckel, in populären Büchern dem grossen Publicum eine Rangordnung der jetzt lebenden Gelehrten vorzuführen wagt, so ist dies nicht mehr geschichtliche Kritik, sondern zum Mindesten grundloseste Ueberschätzung seiner selbst.

Anmerkung 2. So wird z. B. dem grossen Publicum auch Göthe fortwährend als bewusster Anhänger darwinistischer Ansichten geschildert. Der Einspruch O. Schmidt's gegen Häckels vollständig falsche Auffassung Göthe'scher Meinungen wird von dem Jenenser Naturphilosophen unausgesetzt ignorirt. Den gütigen Leser verweise ich auf einen, leider sehr versteckten Aufsatz Dr. Kossmann's, in welchem durch sorgfältige Vergleichung der von Häckel Göthe zugeschriebenen Aussprüche und der wirklichen Citate des letzteren der Nachweis schlagend geliefert wird, dass die Häckel'schen Citate Göthe's vollständig entstellt sind. (S. Kossmann, War Göthe ein Mitbegründer der Descendenztheorie? aus den „Verhandlungen des Heidelberger Naturhistorisch-Medicinischen Vereins." 1875. Neue Serie Bd. I. Winter's Universitätsbuchhandlung.)

Anmerkung 3. Diese gänzlich unberechtigte Hypothese scheint durch die moderne Bezeichnung der organischen Chemie als Chemie der Kohlenstoffverbindungen entstanden zu sein. Ihre beiden Verfechter, Häckel und Seidlitz (Darwin'sche Theorie 2. Auflage 1875) vergessen dabei nur, dass die organische Chemie durchaus nicht gleichbedeutend ist mit der Chemie des lebenden Organismus; jene hat es nur mit todten organischen Körpern zu thun, diese ausschliesslich mit lebenden. Leider

wissen wir von der letzteren bis jetzt sehr wenig, aber doch immer genug, um sagen zu können, dass ihre Gesetze keineswegs identisch sein müssen mit den von der organischen Chemie aufgestellten.

Anmerkung 4. Man vergl. Annals of Natural History. 1875 und Quarterly Journal of Microscopical Science 1875.

Anmerkung 5. Häckel freilich behauptet, durch die Gasträa alle anderen Embryonalformen erklärt zu haben. Um dies zu thun, nimmt er Zuflucht zu seinem Gesetz von der Fälschung der Ontogenie (i. e. der individuellen Entwickelungsgeschichte). Eine recht schlagende Erklärung, wahrlich, zu sagen, die eine Larvenform sei durch von der Natur geübte Fälschung ihrer normalen Entwickelungsweise aus der anderen entstanden! Auf solche Art lässt sich Alles beweisen, natürlich auch das Gegentheil von dem, was Häckel durch seine „Fälschungen der Ontogenie" glaubt bewiesen zu haben.

Anmerkung 6. Wohlweislich wird dem grossen Publicum durchweg verschwiegen, dass die Gegner des Häckelismus unter den Zoologen gar nicht selten sind; von Claus' Kritik der Gasträatheorie, von meinem Widerspruch oder dem anderer Zoologen, erfährt die Welt nichts; dagegen führt ein jugendlicher Schwärmer in der Augsburger Allgemeinen (1875 Beilage vom 20. October) als einzige Gegner Häckel's einen Diplomaten Herrn v. J. in Alexandrien, einen mecklenburgischen Bürgermeister und einen Theologen auf. Ich meinerseits glaube behaupten zu dürfen, dass recht viele Zoologen Deutschlands, obgleich entschiedene Darwinianer, trotzdem und gerade desshalb ebenso entschiedene Widersacher des Häckelismus sind.

Anmerkung 7. His hat sich in seiner trefflichen Arbeit „Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung", Leipzig 1875 pag. 168—171 die Mühe gegeben, aus der Schöpfungsgeschichte Häckel's die von diesem Autor geübten Fälschungen nachzuweisen. „Es hat uns Häckel je drei Cliché's desselben Holzstockes unter drei verschiedenen Titeln aufgetischt." (His l. c. pag. 169.) Auf S. 170 sagt His über die Anthropogenie: „Ich stehe nicht an zu behaupten, dass die Zeichnungen, soweit es sich um Häckel'che Originalien handelt, theils höchst ungetreu, theils geradezu erfunden sind." Ich meinerseits könnte zu den von His gegebenen Beispielen noch eine ganze Reihe anderer liefern; so sind z. B. die nach Kowalevsky copirten Durchschnittsbilder eines Regenwurmembryo's vollständig, das des Amphioxus theilweise gefälscht; ausserdem wird das erste in einer Weise benutzt, welche auch die Darstellung Kowalevsky's gänzlich umdreht. Genug davon. Ich füge hier nur noch die letzten Worte von His über diese traurigen Verirrungen von Seiten eines unserer begabtesten Naturforscher an.

His sagt (l. c. p. 171): „Es bleibt das Verfahren von Prof. Häckel ein leichtfertiges Spiel mit Thatsachen, gefährlicher noch als das früher gerügte Spiel mit Worten. Letzteres fällt der Kritik jedes verständigen Denkers anheim, jenes vermag aber nur vom speciellen Fachmanne durchschaut zu werden, und es ist um so weniger zu verantworten, da Häckel sich wohl des Einflusses bewusst ist, den er auf weite Kreise auszuüben vermag."

„Ich selbst bin im Glauben aufgewachsen, dass unter allen Qualificationen eines Naturforschers Zuverlässigkeit und unbedingte Achtung vor der thatsächlichen Wahrheit die einzige ist, welche nicht entbehrt werden kann. Auch heute noch bin ich der Ansicht, dass mit Wegfall dieser einen Qualification alle übrigen, und sollten sie noch so glänzend sein, erbleichen. Mögen daher Andere in Herrn Häckel den thätigen und rücksichtslosen Parteiführer verehren, nach meinem Urtheil hat er durch die Art seiner Kampfführung selbst auf das Recht verzichtet, im Kreise ernsthafter Forscher als Ebenbürtiger mitzuzählen."

Ich meinerseits unterschreibe diese Worte aus vollster Ueberzeugung.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

HÄCKEL

UND

DIE MONISTISCHE WELTANSCHAUUNG.

VORTRAG,

GEHALTEN

IN DER PHILOSOPHISCHEN GESELLSCHAFT ZU BERLIN

VON

DR. OTTO VOGEL,
OBERLEHRER AN DER LOUISENSTÄDTISCHEN REALSCHULE ZU BERLIN.

Separatabdruck

aus den in gleichem Verlage erscheinenden:

Verhandlungen
der philosophischen Gesellschaft zu Berlin.
5. Heft.

LEIPZIG.
ERICH KOSCHNY.
(L. HEIMANN'S VERLAG.)
1877.

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

HÄCKEL

und

die monistische Weltanschauung.

Die geehrte philosophische Gesellschaft hatte in einer ihrer früheren Sitzungen mir den Auftrag ertheilt, ihr ein Referat über Häckels Anthropogenie zu erstatten. Sie ging dabei von der Ueberzeugung aus, dass die philosophische Forschung, wenn sie nicht den Boden unter den Füssen verlieren will — sich stets in dem engsten Contact mit den empirischen Wissenschaften zu halten habe. Wenn mir bei diesem Auftrage nun auch anheim gegeben war, nach eigenem Ermessen mit dem blossen Referate eine mehr oder minder eingehende Kritik zu verbinden, so muss ich die geehrte Gesellschaft doch um die Erlaubniss bitten, mein Thema ein wenig erweitern zu dürfen. Wenn Häckel nämlich sich in seinen Werken nur darauf beschränkte, der grossen Menge der Gebildeten die wichtigen und interessanten Thatsachen der modernen zoologischen Forschung, insbesondere der menschlichen Keimesgeschichte, zugänglich zu machen, so hätten wir ihm nur dafür Dank zu wissen, und müssten die Diskussion und Kritik dieses Materials der empirischen Forschung selbst überlassen. Häckel tritt jedoch mit einem ganz anderen Anspruche auf. Der Darwinismus, dessen Hauptbannerträger und Mitvollender er ist, hat sich ihm zu einer umfassenden Weltanschauung erweitert, bei der Empirie und Spekulation eine eigenthümliche Verbindung bilden. Seine Naturwissenschaft gestaltet sich zu einer neuen Naturphilosophie, welche mit unerhörten Ansprüchen auftritt und unerhörte Aufschlüsse verspricht. So sagt Häckel in der Vorrede zur Anthropogenie: „Davon, dass

diese menschlichen Embryonen einen grösseren Schatz der wic
tigsten Wahrheiten in sich bergen und eine tiefere Erkenntnis
Quelle bilden, als die meisten Wissenschaften und alle sogenannt
„Offenbarungen“ zusammen, davon haben die meisten „Gebildete
gar keine Ahnung.“ Dieser Anspruch nun — meine ich — le
uns, die wir uns hier so vielfach um die tiefere Erkenntniss u
ihre Quellen bemüht haben, die wir dabei von so verschieden
und, wie uns oft schien, unvereinbaren Prinzipien ausgegang
sind, die Verpflichtung auf, diesen Schatz der Wahrheiten nic
ausser Acht zu lassen. Weniger also mit der Häckel'schen Natu
lehre als mit der Häckel'schen Naturphilosophie glaubte ich, hätt
wir es zu thun; diese berührt unser Interesse zunächst und je
haben wir nur so weit zu berücksichtigen, als es zur Begründu
dieser unumgänglich nöthig ist. Wohl aber musste ich, da i
das Thema unserer Besprechung in dieser Weise fassen wollte, au
andere Schriften Häckels — so weit sie zur Klarlegung sein
Standpunktes dienen — mit herbeiziehen.

Bei dieser Fassung meiner Aufgabe, mit der Sie, wie ich a
Ihrer Zustimmung entnehme, einverstanden sind, erweitert sich d
Kreis unserer Betrachtungen. Mit der Kritik des Häckel'sch
Standpunktes werden wir zugleich die allgemeine Frage zu e
örtern haben, wie es um den Zusammenhang zwischen der empi
schen Forschung und der philosophischen Spekulation bestellt i
ob dieser Zusammenhang ein derartiger ist, wie ihn Häckel nic
nur, sondern eine weit verbreitete Richtung fasst, ob die Resulta
der modernen Naturwissenschaft ausreichend sind zur Grundlegu
einer neuen Philosophie, wie weit der Einfluss der neuen Natu
anschauung reicht, nach welcher Richtung hin er drängt. Bei d
gewaltigen Bedeutung der Naturwissenschaften sind dies schwe
wiegende Fragen.

Dass aber Häckel mit seinen Ansprüchen nicht allein ste
sondern einem weit verbreiteten, aber vielleicht sich selbst mis
verstehenden Zuge der Gedanken folgt, dafür sprechen Anzeich
genug. Auf der Naturforscherversammlung zu Graz (1875) hi
z. B. Benedict einen Vortrag: „Ueber die Psychologie der Ve
brechen.“ In demselben heisst es: „Vielfach sich berührend, ih
Massen vermischend und dann wieder gesondert fliessend, wachs
die Ströme der Naturwissenschaften immer mächtiger an, um si
endlich zu dem Meere einer neuen Weltanschauung zu vereinige
dessen Fläche nicht blos das Schiff des Gelehrten trägt, sonde
aus dessen Wogen auch für die Massen ein neues Evangelium au
tauchen muss.“

Wenn Benedict nun noch auf das Auftauchen „dieses Eva
geliums für die Massen“ wartet, so ist Häckel schon ein ganz The
weiter. Bei ihm haben sich die Ströme der Naturwissenschafte
schon zu dem Meere einer neuen Weltanschauung vereinigt; il

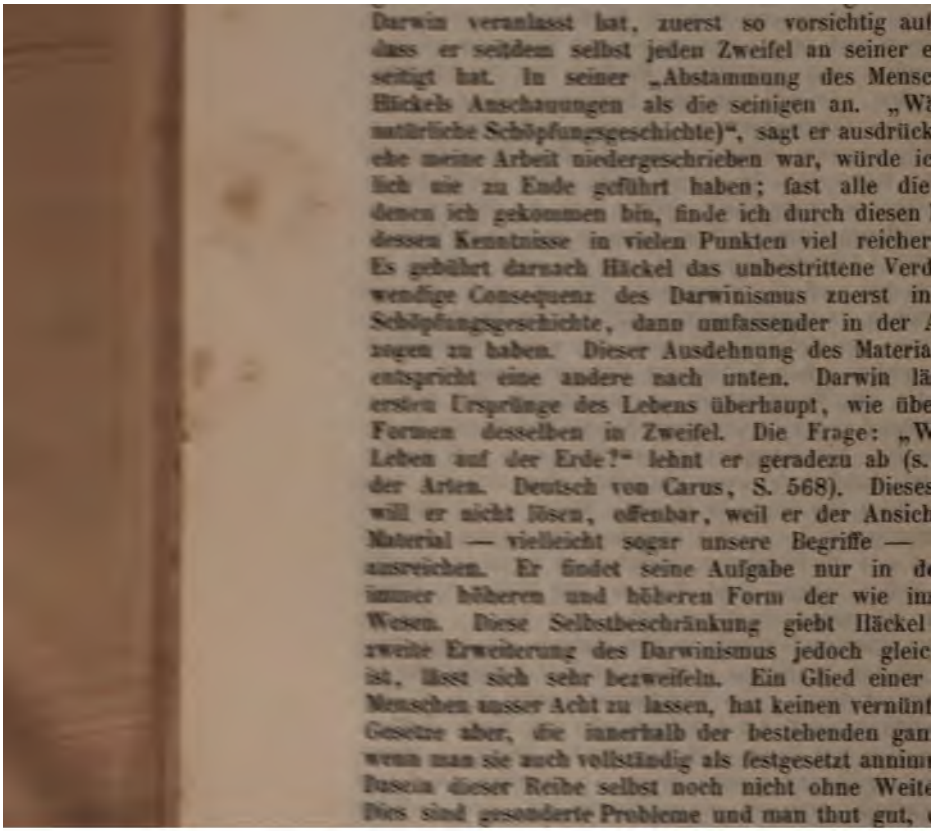
Name ist Monismus und Häckel ist Prophet und Priester derselben. Das neue Priesterthum zeigt uns leider auch schon die Züge, welche an dem Bilde des alten Priesterthums die unangenehmsten sind. Mit der wachsenden Zuversicht in die Unumstösslichkeit der eigenen Ueberzeugung wächst auch Missachtung der Gegner. Wer zweifelt, wird als Ketzer in den Bann gethan. Der neueste Name für Ketzer ist Dualisten, wie der für Rechtgläubige Monisten; der Kampf der Monisten gegen die Dualisten ist der alte Kampf der Söhne des Lichtes gegen die der Finsterniss.

Das heisst denn doch augenscheinlich die Bedeutung des neuen Wissens überschätzen und zeigt, dass eine Kritik dringend geboten ist. Wenn wir selbst den gewaltigen Einfluss der Naturwissenschaften betont haben, so will uns doch bedünken, dass es eher an der Zeit ist vor Ueberschätzung als vor Unterschätzung zu warnen. Wer leugnet jetzt diesen Einfluss? Der ganze Zug der Zeit geht in dieser Richtung. Was wird nicht alles nach naturwissenschaftlicher Methode behandelt? Wenn sich die Naturwissenschaft einst erst mühsam ihren Einfluss erringen musste im Kampfe mit dem, was Häckel Offenbarung nennt, so hat sich seitdem die Zeit gründlich geändert und die Frage wird erlaubt sein, ob wir nicht im Begriff stehen, in das entgegengesetzte Extrem überzugehen. Ja wenn man von der Naturwissenschaft ein neues Evangelium erwartet, ist man sicher schon bei diesem Extrem angelangt.

Wie aber das alte Priesterthum in dem Gange der vorhergehenden Entwickelung nur eine Vorbereitung des Heiles sah, — so auch die neue Lehre. Der Kampf zwischen Monismus und Dualismus, so werden wir belehrt, ist zwar ein alter, aber erst die neue Naturwissenschaft führt ihn siegreich durch. Wenn schon einzelne Philosophen — Spinoza z. B. — ihn aufgenommen haben, so sind sie doch gleichsam nur die Propheten, welche von ferne das gelobte Land schauen. Schon näher steht Darwin, die Erfüllung bringt aber erst Häckel mit seiner Anthropogenie. Sie ist — wie er selbst sagt — das schwere Geschütz in dem Kampfe für diese neue Wahrheit. „Was sonst in diesem grossen Kampfe vorgebracht ist, alle die indirekten Beweise, die Züchtungsversuche u. s. f. sind nichts gegen den Sturmangriff der Anthropogenie mit ihren „Kettenschüssen.“ So wollen wir denn zunächst, um mit Häckel zu reden, „diese monistische Artillerie“ spielen lassen, wenigstens in Kürze zu skizziren versuchen, was sie eingeschossen hat, und welches Gebäude auf der Trümmerstätte errichtet werden soll.

---

1. Wodurch ist nach Häckel diese bedeutende Stellung der Anthropogenie gerechtfertigt, so dass sie erst als die Vollendung der grossen von Darwin begonnenen und seinen Namen tragenden wissenschaftlichen Bewegung dasteht?



Darwin veranlasst hat, zuerst so vorsichtig auf
dass er seitdem selbst jeden Zweifel an seiner e
seitigt hat. In seiner „Abstammung des Mense
Häckels Anschauungen als die seinigen an. „Wä
natürliche Schöpfungsgeschichte)", sagt er ausdrück
ehe meine Arbeit niedergeschrieben war, würde ic
lich sie zu Ende geführt haben; fast alle die
denen ich gekommen bin, finde ich durch diesen
dessen Kenntnisse in vielen Punkten viel reicher
Es gebührt darnach Häckel das unbestrittene Verd
wendige Consequenz des Darwinismus zuerst in
Schöpfungsgeschichte, dann umfassender in der A
zogen zu haben. Dieser Ausdehnung des Materia
entspricht eine andere nach unten. Darwin lä
ersten Ursprünge des Lebens überhaupt, wie übe
Formen desselben in Zweifel. Die Frage: „W
Leben auf der Erde?" lehnt er geradezu ab (s.
der Arten. Deutsch von Carus, S. 568). Dieses
will er nicht lösen, offenbar, weil er der Ansich
Material — vielleicht sogar unsere Begriffe —
ausreichen. Er findet seine Aufgabe nur in de
immer höheren und höheren Form der wie im
Wesen. Diese Selbstbeschränkung giebt Häckel
zweite Erweiterung des Darwinismus jedoch gleic
ist, lässt sich sehr bezweifeln. Ein Glied einer
Menschen unser Acht zu lassen, hat keinen vernünf
Gesetze aber, die innerhalb der bestehenden gan
wenn man sie auch vollständig als festgesetzt annim
Posen dieser Reihe selbst noch nicht ohne Weite
Dies sind gesonderte Probleme und man thut gut,

Erklärung des Faktums selbst. Darwin empfindet es daher auch als einen Mangel seines Unternehmens, wenn seine Theorien noch nicht gehörig durch Erfahrung erhärtet sind. In rühmlicher Bescheidenheit erklärt er: „Viele der Ansichten, welche ich vorgebracht habe, sind äusserst spekulativ und einige werden sich ohne Zweifel als irrig herausstellen“ (Geschlechtliche Zuchtwahl, Cap. XXI). Dieser Ergänzung seiner Anschauungen nach unten hin konnte er nicht folgen, weil sie bis jetzt gänzlich der empirischen Begründung ermangelt.

Tritt also einmal Häckel als Vollender des Darwinismus auf, indem er das Gebiet desselben ausdehnt, so will er doch andererseits auch — und dies wäre sein Hauptverdienst — die gesammten Resultate besser als bisher begründen. Er gelangt dazu, indem er zwei bisher getrennte Wissenschaften zu einer Einheit verknüpft oder vielmehr den Zusammenhang aufzuhellen strebt, der zwischen diesen Wissenszweigen herrscht. Erst durch die Erkenntniss dieses Zusammenhanges bekomme das ganze Gebäude der neuen Lehre seinen festen Halt. Diese bisher getrennten Zweige sind die Embryologie, oder richtiger Ontogenie, d. h. die individuelle Entwickelungsgeschichte und die Phylogenie, d. h. die Entwickelungsgeschichte der verschiedenen Thierformen, aus denen sich im Verlaufe ungezählter Jahrtausende endlich das Menschengeschlecht hervorgebildet hat. Wenn die Philogenie d. h. also das Gebiet, auf dem sich der Darwinismus bewegt, bisher nur angewiesen war auf die Paläontologie, auf die vergleichende Anatomie u. s. f., so sind das zwar wichtige und werthvolle Stützpunkte, aber die wichtigste Quelle, aus welcher sie hätte schöpfen können, sei bisher ausser Acht gelassen, und das sei eben die Ontogenie. Auf der Durchführung dieses Satzes beruht der Werth und der Reiz der Häckel-schen Untersuchungen.

Welcher Art ist nun aber dieser Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie? Häckel drückt diesen wichtigen Zusammenhang aus in dem sogenannten biogenetischen Grundgesetze, welches er so formulirt: „Die Keimesgeschichte ist ein Auszug der Stammesgeschichte oder mit andern Worten, die Ontogenie ist eine kurze Recapitulation der Phylogenie, d. h. die Formenreihe, welche der individuelle Organismus durchläuft, ist eine kurze, gedrängte Wiederholung der langen Formenreihe, welche die thierischen Vorfahren desselben Organismus von den ältesten Zeiten an durchlaufen haben.“ Wenn es Häckel gelingen sollte, diesen Satz zu erweisen, so hätte er — scheint es — damit eine Errungenschaft gemacht, der sich nur wenig ähnliche anreihen liessen. Die wunderbaren Thatsachen der Embryologie, diese bisher unverstandene und unverständliche Reihe von Formen, welche der menschliche Embryo, wie der Embryo der höher organisirten Thiere, von dem Ei an, durch fischähnliche, amphibienähnliche u. s. w. Formen durchläuft, wären

wir dann im Stande uns zu erklären. Diese merkwürdigen Metamorphosen des Embryo wären nur das Spiegelbild, der Reflex der Stufen, welche das ganze Thierreich durchlaufen hat. Andrerseits aber würde — und das wäre nicht weniger wichtig — uns umgekehrt das Studium der Embryonalformen jedes lebenden Wesens in deutlichen Zügen die Jahrtausende zurückliegende Entwickelungsgeschichte dieser Thiere nicht blos errathen lassen, sondern mit völliger Sicherheit enthüllen. In noch ganz andrer Weise als die Schichten der Erde mit den Schätzen, welche sie bergen, würde diese Reihenfolge der Embryonalformen für uns ein Buch werden, in dem die Geschichte der Jahrtausende uns in deutlichen Zügen aufbewahrt ist.

Der Zusammenhang zwischen diesen Wissenszweigen stellt sich uns nach dem biogenetischen Grundgesetze darnach als ein doppelter dar. Ist die Ontogenie eine Recapitulation der Philogenie, so enthüllt sich uns die Phylogenese als die mechanische Ursache der Ontogenese, und umgekehrt setzt die letztere uns in den Stand die Resultate der ersteren zu deuten. Ich möchte dieses Verhältniss kurz so ausdrücken: die Phylogenese ist Realgrund der Ontogenese, die letztere umgekehrt Erkenntnissgrund jener.

Worin ist aber diese ursachliche oder causale Natur des Verhältnisses zwischen der Keimesgeschichte und der Stammesgeschichte begründet? Bei der Beantwortung dieser fundamentalen Frage, welche uns erst wirklichen Einblick gewährt d. h. aus den unleugbar vorhandenen Analogien ein Verhältniss der Ursache und Wirkung macht, rekurrirt Häckel auf die wohlbekannten Darwin'schen Functionen der Vererbung und Anpassung. Sie erklären uns nach ihm die auffallende Erscheinung des Parallelismus der beiden Entwickelungsreihen, und erschliessen uns erst das wahre Verständniss von den Ursachen der Keimesgeschichte, indem wir in ihnen die bewirkenden Ursachen der individuellen Entwickelung kennen lernen. Doch hier muss ich Häckel wörtlich citiren. Er sagt: (Anthropogenie, Vortrag I): „Wenn Sie von den Erscheinungen der Vererbung und der Anpassung absehen, wenn Sie diese beiden formbildenden physiologischen Functionen des Organismus nicht berücksichtigen, so ist jedes tiefere Verständniss der Entwickelungsgeschichte vollkommen unmöglich, und daher hatten wir bis auf Darwin überhaupt keine klare Vorstellung von dem eigentlichen Wesen und von den Ursachen der Keimesentwickelung.“ — Und einige Zeilen weiter. „Durch diese Theorie haben wir erst die bewirkenden Ursachen, die wahren *causae efficientes* der individuellen Entwickelung kennen gelernt; durch diese Theorie sind wir erst zu der Einsicht gelangt, dass solche mechanischen Ursachen allein genügen, um die individuelle Entwickelung des Organismus zu bewirken und dass es dazu nicht noch der früher allgemein angenommenen planmässigen oder zweckthätigen Ursachen *(causae finales)* bedarf. Ich musste hier wörtlich citiren, weil ich später auf diesen Satz zu

rückkommen will und bemerke einstweilen nur, dass Häckel diese formbildenden Ursachen sofort zu bewirkenden Ursachen macht.

Der auf diese Weise angeblich ursächlich erklärte Parallelismus der beiden Entwickelungsreihen ist jedoch kein vollständiger. „Wäre er vollständig, so würden wir," — wie Häckel sagt — „blos mit dem Mikroskope und mit dem anatomischen Messer die Formenreihe festzustellen haben, welche das befruchtete Ei des Menschen bis zu seiner vollständigen Ausbildung durchläuft; wir würden dadurch sofort uns ein vollständiges Bild von der merkwürdigen Formenreihe verschaffen, welche die thierischen Vorfahren des Menschengeschlechtes von Anbeginn der organischen Schöpfung an bis zum ersten Auftreten des Menschen durchlaufen haben." Dieser Parallelismus, diese Recapitulation ist aber nicht vollständig. Wir stossen vielmehr vielfach auf Lücken, welche vor Allem die vergleichende Anatomie zu überbrücken hat; und so redet Häckel nicht nur von einer aus vielfachen Ursachen abgekürzten, sondern sogar von einer gefälschten Entwickelung.

Ich habe den Grundgedanken der Anthropogenie zu verdeutlichen gesucht. An der Hand desselben stellt Häckel uns nun die wunderbaren Thatsachen der menschlichen Keimesgeschichte vor Augen. Von der einfachen Zelle an, der Urform der individuellen Existenz des Menschen wie des Thieres, führt er uns ihre wunderbaren Um- und Weiterbildungen vor, wie sie zuerst durch wiederholte Theilungen einen vielzelligen Körper, die sogenannte Maulbeerkugel, bildet, wie dann durch Ansammlung von Flüssigkeit in ihrem Innern daraus die kugelige Keimhautblase entsteht, deren Wand anfangs aus einer einzigen, später aus zwei verschiedenen Zellschichten, den beiden primären Keimblättern, dem Haut- und Darmblatt, besteht; wie durch Spaltung aus diesen zwei ursprünglichen Keimblättern sich vier sekundäre Keimblätter bilden, aus denen dann sich die weitere Gestalt des Körpers in wunderbaren Prozessen der Zusammenlegung, Röhrenbildung u. s. w. aufbaut. So interessant diese Thatsachen an sich sind, so unmöglich wäre es jedoch, sie Ihnen ohne Hülfe der das Verständniss vermittelnden Anschauung vorzuführen. Glücklicherweise handelt es sich für uns auch nicht darum. Uns interessiren zunächst die Schlüsse, welche aus diesem Thatbestande gezogen werden. Daraus nun, dass das menschliche Ei ursprünglich eine einfache Zelle ist, wäre nach dem Grundgesetz auf eine uralte, einzellige Vorfahrenform des Menschengeschlechts zu schliessen; daraus wieder, dass der menschliche Embryo anfänglich aus zwei Keimblättern besteht, auf die uralte Ahnenform einer zweiblättrigen Gasträ; ebenso deutet eine spätere Embryonalform wieder bestimmt auf eine uralte, wurmförmige Ahnenform, welche in den heutigen Seescheiden ihre nächsten Verwandten besitzt u. s. f. Auf diese Weise enthüllt sich uns nach und nach unsere ganze Ahnenreihe. Von den durch Urzeugung

entstandenen Moneren geht diese Reihe hin zu der zwar ausgestorbenen, aber aus der Embryonalform nothwendig postulirten Gasträa, von da zu den Würmern; wobei es wohl ein allerliebster Scherz Häckels ist, zu erklären, dass eine tiefe instinktive Wahrheit uns noch heute den Menschen als „armen Wurm, oder jämmerlichen Wurm, oder allenfalls auch als allerliebsten Wurm“ tituliren lasse. Aus den Würmern — so erfahren wir weiter — sind nun direkt die Wirbelthiere hervorgegangen, so dass die übrigen Thierklassen, wie Krebse, Spinnen, Insekten — also leider auch die betriebsamen, fleissigen, intelligenten Ameisen — nur unsere Seitenverwandten sind und der grösste Theil des Thierreiches in keiner direkten verwandtschaftlichen Beziehung zu uns steht. Mit diesem Uebergange von den Würmern zu den Wirbelthieren steht es besonders misslich; es würde schier verzweifelt damit stehen, wenn nicht glücklicher Weise ein noch jetzt lebendes Thier, welches sonst als Schnecke figurirte, sich bei genauerer Forschung als ein echtes Wirbelthier entpuppt und das Geheimniss unseres Ursprunges aus den Würmern uns verrathen hätte. Dieses nächst dem Menschen daher interessanteste aller Wirbelthiere ist das Lanzettfischchen oder der Amphioxus. Dieses schädellose Wirbelthier zeigt zeitlebens jetzt noch die einfachste Form des Rückgrates, wie dasselbe sich auch zunächst bei dem menschlichen Embryo entwickelt, einen einfachen Axenstab nämlich, die *Chorda dorsalis*, aus der erst später die gegliederte Wirbelsäule hervorgeht. Aber auch so wäre der Uebergang von den Würmern zu den Wirbelthieren noch nicht erwiesen, wenn sich nicht bei den Würmern ihrerseits eine Annäherung zeigte. Ein anderer glücklicher Zufall war es daher, dass die Entwickelungsgeschichte eines Thieres, welches den grössten Theil seines Lebens auf dem Meeresgrunde als unförmlicher Klumpen festgewachsen bleibt, näher erforscht wurde. Dieses andere interessante Thier — die Ascidie — macht einen Entwickelungsprozess durch, der sonst nur den Wirbelthieren eigenthümlich ist, und die Stammesverwandtschaft dieser Ascidien mit den Wirbelthieren deutlich erweist; es bildet sich nämlich auch bei ihm ein Markrohr und ein cylindrischer, aus Zellen zusammengesetzter Strang, der — wie Häckel uns versichert — nichts Anderes ist, als die *Chorda dorsalis*, die man sonst nur bei den Wirbelthieren gefunden hat. So hätten wir denn diesen schwierigen Uebergang glücklich bewerkstelligt und kommen nun von diesen schädellosen Wirbelthieren — wie der Amphioxus ist — in schnellen Schritten hinüber zu den Kieferlosen mit noch blasenförmigen Gehirn, und weiter zu den fischartigen Schädelthieren mit Kiemenlöcher, Schwimmblase und zwei Paar Gliedmaassen. Hier tritt der Aufschluss, den uns die Embryologie gewährt, besonders überraschend hervor. Die Kiemenspalten, welche der Amphioxus, wie die Pricken und Fische zeitlebens behalten, finden sich in früher Zeit der Entwickelung beim Embryo des Menschen, wie

aller höheren Wirbelthiere und liefern uns so einen der interessantesten Beweise für unsere Abstammung von diesen niedern Wirbelthieren. Freilich functioniren diese Kiemenspalten bei den höheren Embryonen nicht, sondern wandeln sich in gänzlich verschiedene Organe um (z. B. in Gehörknöchelchen), aber ihr Verkommen ist charakteristisch, wie auch ebenso, dass die Lungen der höheren Wirbelthiere nichts sind als die umgewandelte Schwimmblase der Fische. Von den Urfischen geht die Reihe hin zu den Amnionthieren, zunächst den Amphibien; die Metamorphose der Frösche erinnert uns noch heute an diesen Wandlungsprozess. Die Klasse der Amphibien ist der Vorläufer der Säugethiere, wie die Reptilien der Vögel. Zunächst folgt ein eidechsenartiges Thier, welches sicher existirt haben muss. Ursäuger, Beutelthiere, Halbaffen, zuerst geschwänzte, dann schwanzlose Affen machen den Schluss; die Reihe ist angelangt bei den zunächst sprachlosen Affenmenschen, bei dem Menschen, dem Ebenbilde Gottes, selbst.

Wenn vermöge des Grundgesetzes der Parallelismus der beiden Reihen die Grundlage war, auf welcher dieser Stammbaum sich erhebt, so treten zur Verstärkung der Ansicht wichtige, indirecte Beweise hinzu. Die Lehre von den rudimentären Organen vor Allem, dieses *crux* der Teleologie, diese Unzweckmässigkeitslehre, wie sie von den Gegnern der Teleologie mit Vorliebe genannt wird. Wie will man z. B. das Verkommen von ganz unnützen Muskeln an unserm Ohre erklären, wenn man nicht annimmt, dass diese Muskeln noch nicht umgebildete Reste von dem spitzen, frei beweglichen Säugethier-Ohre sind; oder uns erklären, dass sich in dem inneren Winkel des Auges noch das Ueberbleibsel der Nickhaut findet, welche bei anderen Thieren z. B. den Haifischen eine grosse Bedeutung hat? Die rudimentären Schwanzwirbel deuten auf die Affen hin, der Wurmfortsatz des Blinddarms, der uns nicht nur nicht nützlich, sondern häufig genug äusserst schädlich wird, erinnert an die Wiederkäuer, bei denen er voll entwickelt ist u. s. f.

So steht das System Darwin's — scheint es — abgerundet und in neuer Begründung vor uns. Wir erkennen nun erst unsern Körper, da wir wissen, wem wir seine Ausbildung zu danken haben. Und unseren Geist? Auch auf ihn fallen bezeichnende Streiflichter. Die Aufschlüsse, welche uns die Entwickelungsgeschichte des Nervensystems giebt, sind ebenso viele Aufschlüsse über die Entwickelung des Seelenlebens. Ja nicht nur die natürliche Entstehung der Formen der Lebewesen wird uns in der That geboten, sondern zugleich — wie Häckel sagt — „die natürliche Entstehung des menschlichen Seelenlebens.“ Und dieses Resultat erklärt er selbst für das grösste und bedeutendste, welches überhaupt auf diesem Gebiete erreicht werden konnte. Die Entwickelungsgeschichte des Rückenmarkes und Gehirnes im menschlichen Embryo leitet uns unmittelbar zu der Erkenntniss der „Phylogenie des menschlichen Geistes“.

Ja hier haben wir den einzigen Weg, auf dem dieses höchste aller Probleme, dem schon so viele vergebliche Versuche gegolten haben und leider noch gelten werden, zu lösen ist. Und so wäre denn klar, dass Häckel von dem tiefen Schatze von Wahrheiten, welchen die Embryonen enthalten, eher zu wenig als zu viel gesagt hat.

2. Die menschlichen Embryonen mögen einen noch so tiefen Schatz von Wahrheiten enthalten, wir vernehmen diesen Schatz zunächst aus dem Munde des Priesters, der ihn uns deutet. Hat er diese Wahrheit auch recht gedeutet? Sie tritt in einem doppelten Gewande auf, als naturwissenschaftliche und als philosophische Wahrheit, selbst mit der Perspektive auf eine neue religiöse Wahrheit. Wir werden diese einzelnen zu analysiren haben, selbst auf die Gefahr hin denen zu missfallen, welche ein für alle Mal erklären, dass die naturwissenschaftliche Wahrheit Ein und Alles zugleich ist, dass es überhaupt nichts anderes mehr giebt als Naturwissenschaften, dass alles Andere nur verdorrtes Gestrüpp ist, werth umgehauen und ins Feuer geworfen zu werden.

Zuerst also als naturwissenschaftliche Wahrheit tritt dieser Monismus auf. Um ihn als solche zu würdigen, möchte ich aber dreierlei unterscheiden, den allgemeinen Gedanken der Descendenz oder der genealogischen Verwandtschaft aller Lebewesen, die besondere Ausbildung, welche dieser Gedanke durch Darwin erfahren, die Neubildung endlich, welche Häckel vorgenommen hat. Diese drei Punkte werde ich auseinander zu setzen, die leitenden Gedanken hervorzuheben haben. Auf das umstrittene naturwissenschaftliche Detail selbst einzugehen, ist nicht unsere Aufgabe. Das mögen die Forscher unter einander ausmachen. Wohl aber dürfen und müssen wir prüfen, wie weit die Consequenz ihrer Gründe reicht; soll doch auf ihnen ein ganz neues System der Philosophie errichtet werden; — und wohl müssen wir zusehen, worüber die Forscher selbst in Uebereinstimmung sind, sonst lassen wir uns leicht Umstrittenes als Gesichertes anpreisen.

Bevor ich mich jedoch zu der Besprechung dieser Punkte wende, möchte ich ein für alle Mal erklären, dass ein etwaiger Widerspruch nicht erfolgen soll durch Berufung auf eine irgendwie erfolgte Verletzung eines angeblich theologischen, ästhetischen oder sittlichen Interesses. Ich gebe voll zu, dass derartige Interessen hier gar nicht mitzureden haben, die, falls sie wirklich Sache des lebendigen, menschlichen Gemüthes sind, sich schon in anderer Weise ihre Geltung zu verschaffen wissen werden. Hier hat nur das Interesse des Verstandes zu sprechen, der sich erst befriedigt fühlt, wenn es ihm gelungen ist, die unwandelbaren Gesetze zu finden, denen Alles, was besteht, Hohes und scheinbar Geringes, unterworfen ist.

Diesem Interesse des erkennenden Verstandes folgend, können wir nicht anders, als dem Gedanken der genealogischen Verwandt-

schaft aller Lebewesen unsere Zustimmung zu ertheilen. Wir fühlen kein Bedürfniss, den Menschen aus diesem Zusammenhange heraus zu reissen. Kommt uns eine höhere Bedeutung zu, ist unsere Aufgabe nicht damit erschöpft, dass wir das blosse Naturleben mitleben und mitgeniessen, aus dem Strudel der Ereignisse auftauchen, um spurlos wieder in ihm zu verschwinden, — so werden wir doch diese unsere höhere Bedeutung zu erhärten haben durch das, wozu wir selbst uns innerlich gestalten. Nicht auf die Arbeit der Natur haben wir uns daher zu berufen, sondern auf unsere eigene. Ohne Gunst und Missgunst theilt sie ihre Gaben an alle Wesen aus, lässt aus ihrem Schoosse hervorgehen, was nach den allgemeinen Gesetzen sich gestalten kann, und jedes Wesen lebt von dem Vorrathe, den es für seinen Theil sich aus dem allgemeinen Vorrathsschatze schöpft. Wollen wir mehr sein, wie alle anderen Wesen, so werden wir durch unser Verhalten den Beweis zu liefern haben, dass wir diese unsere natürliche Mitgift nicht nur wie jene aufzehren, sondern mit dem anvertrauten Pfunde gewuchert haben. Diese unsere eigene Arbeit wollen wir voll selbst thun und gerade weil wir diesen Entschluss gefasst haben und wissen, dass es auf unsere eigene Arbeit ankommt, nicht auf das Material, welches uns wie allen gegeben ist, können wir darauf verzichten, von Hause aus etwas Besonderes zu beanspruchen. Uns als träumerische Müssiggänger für unsere Ansprüche auf einen besonderen Taufschein zu berufen, ist demnach gar nicht unsere Sache. Der Adel, der uns zukommt, soll ein durch innerliche Arbeit erworbener, nicht uns durch Gunst der Geburt zugefallener sein.

In dem Gedanken einer genealogischen Verwandtschaft aller Lebewesen sehen wir daher gar keine Schädigung unseres wahren Interesses. Im Gegentheil werden wir dadurch hingewiesen, für dieses wahre geistige Interesse, welches uns anweist, unserm Leben seine tiefe Bedeutung zu wahren, ihm einen Sinn und Werth zu verschaffen, der über alles natürliche Sein hinausgeht, — nicht auf falschen Wegen Befriedigung zu suchen. Wenn dann diese Wege uns verschlossen werden, klagen wir sonst leicht über Beeinträchtigung, statt uns einen besseren Weg zu bahnen.

Unbekümmert um diese zaghaften, kleinmüthigen Klagen möge der Verstand ruhig seines Amtes warten. Dass aber der wissenschaftliche Verstand uns auf Bahnen des Gedankens hinweist, welche uns zu der Anerkennung einer wie immer gestalteten Theorie der Descendenz drängen, scheint keine Frage mehr zu sein. Zu deutlich sprechen dafür nicht vereinzelte, sondern ganze Reihen von Thatsachen, die uns sonst völlig unverständlich gegenüberstehen bleiben. Wenn die Geologie uns ein Bild von dem allmähligen Werden unseres Erdkörpers und den mancherlei Stufen, welche er dabei durchlaufen hat, entrollt, wenn die Paläontologie uns einen Einblick zu geben beginnt in die damit Hand in Hand gehende weitere Aus-

und Umbildung des thierischen und pflanzlichen Lebens in immer neuen und höheren Formen, — wenn zugleich die vergleichende Anatomie die wunderbare Uebereinstimmung in dem inneren Bau von Wesen zeigt, welche uns äusserlich betrachtet, als völlig verschiedene gegenüberstehen, — wenn endlich gar die Embryologie feststellt, dass alle diese verschiedenen Wesen nach einem für alle gleichen Gesetze sich entwickeln und in dieser Entwickelung nur höhere Stufen erreichen oder auf niederen zu beharren gezwungen sind, — so sind dies Reihen von Thatsachen, welche gegenseitig auf einander hinweisen, deren Beziehung begriffen sein will. Die Descendenztheorie ist aber nichts als der erste und damit berechtigte Versuch diese Beziehungen zu begreifen, sie ist die bis jetzt einzige Weise, wie unser Causalitätsbedürfniss befriedigt wird. Weisen wir diesen Versuch gänzlich von der Hand, — so bleibt uns nur übrig, uns dem Wunder in die Arme zu werfen. Schon Kant sagte: „Die Analogie der Formen verstärke die Vermuthung einer wirklichen Verwandtschaft in Erzeugung von einer gemeinschaftlichen Urmutter durch die stufenweise Annäherung einer Thiergattung zur andern;“ und er freut sich der Aussicht, dass einst die Erkenntniss der blossen Analogie der Formen, d. h. das blosse Schulsystem sich in ein System für den Verstand werde verwandeln lassen. Seitdem aber ist durch die erweiterte naturwissenschaftliche Erkenntniss das Bedürfniss das Schulsystem in ein System für den Verstand zu verwandeln, gewaltig gestiegen.

Wenn der Gedanke der Descendenz sich darnach auch unabweislich aufdrängt, wenn wir nach dem Standpunkte unseres jetzigen Wissens diese Stufenfolge von höheren und höheren Formen nicht mehr blos für ein Ergebniss der systematischen Betrachtung halten können, sondern sie uns als reale, genealogische Verwandtschaft zu deuten gezwungen sind, — so spricht doch dieser Gedanke gleichsam nur eine Aufforderung für unser Erkennen aus, schreibt dem Gange der künftigen Untersuchungen seine Richtung vor. Von der vollen Realisirung desselben sind wir leider, trotz Darwin und Häckel, noch sehr weit entfernt; und wenn wir auch dankbar anzuerkennen haben, was in dieser Richtung zum Ziele hin bereits durch die neuere Forschung geleistet ist, so wollen wir uns doch nicht dem Wahne hingeben, als sei das Räthsel wirklich schon zum grössten Theile gelöst. Hie und da ist der Schleier wohl ein wenig gelüftet, aber in den fundamentalsten Fragen steht die Entscheidung noch völlig aus. Und auf der gemeinsamen Grundlage des anerkannten Gedankens der Descendenz lassen sich noch völlig verschiedene Gemälde von dem Gange dieser Entwickelung entwerfen, Gemälde, welche sowohl in der Anordnung der einzelnen Theile, in der Stufenreihe der auftretenden Gestalten, wie in den Ansichten über die Art ihrer Entstehung auseinander völlig von einander abweichen; und darnach auch sich in einem gänzlich verschiedenen

Sinne uns präsentiren, und einen gänzlich verschiedenen Eindruck auf uns machen.

Welches sind die treibenden Kräfte dieser genealogischen Entwickelung? Mit der Aufstellung dieser Frage gehen wir über zu dem speziell Darwin'schen Versuche der Lösung.

Die treibende Kraft der Entwickelung ist nach Darwin die natürliche Zuchtwahl, deren Faktoren der Kampf ums Dasein einerseits, Vererbung und Anpassung andrerseits sind. Es wird dem Werthe dieser Darwin'schen Ideen nichts genommen, wenn wir uns auch überzeugen, dass ihre Bedeutung in der freudigen Zuversicht der ersten Begeisterung überschätzt worden ist. Eine Ueberschätzung ist es aber offenbar, wenn man durch diese Factoren die ganze Entwickelungsgeschichte beherrschen zu können meint. Grade an den wichtigsten Stellen, wenn es sich um die Begründung des Ueberganges von einem morphologischen Typus zu einem andern handelt, lassen sie uns leider völlig im Stich. Wie wild auch dieser unter dem Namen Darwin's hin und her wogende Kampf noch entbrannt ist, es lässt sich doch im Allgemeinen schon erkennen, welches sein Ausgang sein wird; es mehren sich schon die Stimmen, welche auch für diesen Kampf, wie für so viele andere, nach einem Kompromiss verlangen. Ein wissenschaftlicher Kompromiss? Das scheint schlecht zu klingen, hier gilt doch entweder — oder, Wahrheit — oder Irrthum. Nein, sondern zunächst gilt es, zu constatiren, innerhalb welcher Grenzen eine Anschauungsweise richtig ist; ob ihr mit anderen Worten zwar nicht eine unbedingte — aber doch eine relative Wahrheit zukommt, und die Entscheidung würde lauten: Dieser Kampf ums Dasein ist zwar ein wichtiges Glied in der Verwirklichung der genealogischen Entwickelung, aber er ist nicht allein im Stande, dieselbe zu erklären; seine Rolle ist eine werthvolle, aber nicht die Hauptrolle.

Die ganze natürliche Zuchtwahl ist zunächst nämlich eine Art Nützlichkeitsprinzip der Natur. Die in dem Kampfe ums Dasein nützlichsten Umänderungen bleiben erhalten; die andern werden mehr und mehr von der Konkurrenz ausgeschlossen. Es ist daher von vornherein klar, dass dieses Erklärungsprinzip nur da zur Anwendung kommen kann, wo es sich um die Ausbildung eines Organes zu bestimmten Verrichtungen handelt, d. h. es wird wohl physiologische, aber nicht rein morphologische Umänderungen zu erklären im Stande sein. Alle Anpassung an Lebensbedingungen kann eine Aenderung in den morphologischen Grundverhältnissen nicht hervorbringen; die morphologischen Haupttypen selbst sind alle gleich gut angepasst oder widerstandsfähig. Alle die von Darwin und seinen Anhängern angeführten Beispiele beziehen sich daher auch — wenn man näher zusieht — nur auf solche physiologischen Prozesse.

Dass dies die Grenze der Darwin'schen Theorie ist, musste der

Natur der Sache nach im Pflanzenreiche deutlicher hervortreten, wie im Thierreiche. Es sind daher vor Allem einige ausgezeichnete Botaniker gewesen, welche diese Kritik an dem Darwinismus vollzogen haben; und so sagt z. B. Nägeli: „Eine morphologische Modification, welche durch die Darwin'sche Theorie zu erklären wäre, ist mir im Pflanzenreiche nicht bekannt; und ich sehe selbst nicht ein, wie dieselbe erfolgen könnte, da die allgemeinen Prozesse der Gestaltung sich gegen die physiologischen Verrichtungen so indifferent verhalten." Diese Thatsache aber, dass diese Gestaltungsprozesse indifferent gegen die physiologische Verrichtung sind, versperrt dem Darwinismus die letzte Ausflucht; denn er kann nun der Erfahrung zum Trotz nicht behaupten, dass die physiologische Abänderung zugleich den Grund für die morphologische enthalte. Grade die Betrachtung der niedrigsten Gewächse lässt, wie Pringsheim sagt, erkennen, dass die ersten Formabweichungen nicht, wie es der Darwinismus erfordert, physiologischer, sondern morphologischer Natur sind, d. h. der Kampf ums Dasein genügt nicht zur Erklärung dieser ursprünglichen und primitivsten Abänderungen.

Dies wäre die Grenze des einen Factors der Darwin'schen Erklärung. Seine Wirksamkeit beruht aber auf den beiden anderen Factoren, der Veränderlichkeit und der Vererbung. Veränderlichkeit und Vererbung sind an sich Prozesse von nicht mechanischem Charakter. Sie bekommen denselben erst durch eine Voraussetzung, deren Richtigkeit eben erst nachzuweisen ist. Der Darwinismus fasst diese Prozesse ihrer Natur entgegen wie unorganische auf. Er lässt Veränderlichkeit und Vererbung, wie jene — ich möchte sagen — blind, richtungslos wirken. Wie aber, wenn auch diese Voraussetzung einer gänzlich unbestimmten Veränderlichkeit eine irrige ist? Wie, wenn diese Veränderlichkeit nicht eine erst durch den Kampf um das Dasein ihre Richtung empfangende, sondern eine schon von Hause aus gesetzmässig gerichtete ist? Dann sind diese Prozesse eben Prozesse von einem Charakter und einer Wirkungsweise, welche sich nicht in Parallele setzen liesse mit den — wie man meint — richtungslosen, unorganischen Kräften. Auch hier hat die exakte Forschung gegen die Darwin'sche Voraussetzung entschieden. Diese unbestimmte Veränderlichkeit ist thatsächlich nicht vorhanden und so sah man sich — mitten in der Naturwissenschaft — zu einem gänzlich anderen Principe seine Zuflucht zu nehmen und gerade von dem zu reden gezwungen, was die mechanische Erklärung am meisten scheut, von einem inneren Gesetze der Entwickelung nämlich, und so sagt Pringsheim z. B. „Hier treten jene inneren richtenden Kräfte, die den Gang der gesteigerten Abweichungen in die bevorzugte Richtung drängen, in ihrer Reinheit, unvermischt mit den Wirkungen des Kampfes um Dasein in die Erscheinung und lassen ihre Existenz nicht bezweifeln."

So wären wir denn bei der Erklärung der Erscheinungen z

einem gänzlich anderen Resultate gelangt. Einen inneren Gestaltungstrieb hätten wir als den ursprünglichsten Grund der Umänderungen anzunehmen; und wenn dem Kampfe um das Dasein unzweifelhaft eine grosse Bedeutung zukommt, so würde diese Bedeutung doch auf einem ganz anderen Gebiete liegen, als der Urheber dieser Lehre und seine Anhänger meinen. Nicht direct wäre er der Grund der Entwickelung, sondern nur Regulator einer Entwickelung, welche selbst ganz anderer Quellen entstammt. Das Gemälde, welches wir uns von dem Ganzen der Umbildungen entwerfen, hat aber damit einen ganz anderen Sinn bekommen. Während der Darwinismus das Princip des Mechanismus auf seinen Schild geschrieben hat, erhebt hier auf seinem eigenen Gebiete, mitten in seinen eigenen Untersuchungen, die längst todtgesagte Teleologie wieder ihr Haupt und verkündet sich als die unmittelbare Macht und jenen Mechanismus nur als ihr untergebenes Hülfsmittel der Verwirklichung ihrer Ziele. Das wäre denn ein Kompromiss, aber der Mechanismus ist — wie es scheint — dabei sehr zu kurz gekommen, den Löwenantheil hat die Teleologie davongetragen. Ob dies in der That der richtige Standpunkt der Entscheidung und ihr richtiger Sinn ist, möchte ich vor der Hand dahin gestellt sein lassen — vielmehr das erhaltene Resultat zunächst nur rein negativ fassen. So negativ gefasst würde es heissen: „Der Darwinismus ist nicht im Stande die vorhandenen Entwickelungen zu erklären. Er setzt — wenn man die Teleologie nicht gelten lassen will — wesentlich andere Erklärungsgründe noch voraus."

Was macht jedoch Häckel aus dem Darwinismus? Nicht einen Beitrag zu der Wahrheit hat er geliefert, er ist schon die Wahrheit; — und nicht er selbst bedarf noch der ergänzenden Gründe, sondern auf ihm, als dem völlig anerkannten Grunde hat sich eine nach ihm umgewandelte, neue Weltanschauung zu erheben. Hat, so fragen wir, Häckel dem Darwinismus die Ergänzung gebracht, welche er so wesentlich bedarf? Diese Frage muss ich entschieden verneinen — trotz des biogenetischen Grundgesetzes und trotz aller Embryologie. Wie steht es denn mit diesem Grundgesetze? Wir haben zwei parallele Reihen von Erscheinungen, die ontogenetischen und die phylogenetischen Entwickelungen; dieselben versuchte Häckel dadurch in Verbindung zu setzen, dass er die Phylogenese — wie wir gesehen haben — zum Realgrund der Ontogenese macht, d. h. letztere als Recapitulation der ersteren fasst. Auf die Frage, wie denn diese Recapitulation möglich sei, erhalten wir als Antwort: Durch Anpassung und Vererbung, und diese Antwort soll in sich schliessen, dass nun das Problem mechanisch erklärt sei. Das ist ein gewaltiger Irrthum. Die Anpassung und Vererbung bekommen schon bei Darwin nur dadurch eine Art mechanischen Charakters, dass sie als richtungslos fälschlicher Weise hingestellt werden. Hier kann davon gar nicht mehr die Rede sein. Eine Vererbung, die

nicht nur bestimmte Eigenschaften, sondern einen ganzen Entwickelungsgang, ein ganzes Entwickelungsgesetz vererbt, ist kein mechanischer Begriff mehr. Das wäre ein eminent formbildendes Princip, wie es Häckel auch selbst nennt. Und wenn Häckel meint, der Zusammenhang zwischen diesen beiden Reihen sei erklärt, wenn er die eine Reihe als Recapitulation der andern fasst, so ist das eine blosse Scheinerklärung. Der Ausdruck Recapitulation ist eben nichts als eine bequeme Bezeichnung für das zu erklärende Problem selbst. Als solche bequeme Bezeichnung kann man ihn gelten lassen; tritt er dagegen mit einem höheren Anspruche auf, so ist dieser Anspruch höchst zweifelhafter Natur. Wir würden zunächst in dieser Recapitulation nur eine ächt scholastische *facultas occulta* sehen.

Und dieselben Einwände, welche gegen den blossen Darwinismus, d. h. welche gegen die Erklärung der phylogenetischen Reihe erhoben wurden, kehren jetzt mit verdoppeltem Gewicht wieder. Zeigt sich schon bei jener Reihe, dass die Voraussetzung einer unbestimmten Veränderlichkeit irrig war und sahen sich deshalb die Forscher genöthigt, zu einem inneren Gesetze der Entwickelung ihre Zuflucht zu nehmen, so ist diese Nöthigung nur um so grösser, wenn man auch die zweite ontogenetische Reihe mit in Betracht zieht. Erkennt man dann zwischen beiden Reihen Analogien, so werden diese nicht daraus folgen, dass die eine Reihe der Realgrund der andern ist, sondern dass beiden Reihen ein und dasselbe Entwickelungsgesetz zu Grunde liegt. Die erkannte Analogie kann dann zur Erforschung des Sachverhältnisses werthvolle Gesichtspunkte liefern, subjectiv ein Leitfaden für die Untersuchung sein — und in dieser Beziehung soll das Verdienst der Häckel'schen Bemühungen nicht geschmälert werden, — aber wohl hat man sich sehr zu hüten, die Aufstellung der Analogien dadurch, dass man das blosse Wort Recapitulation einführt, schon für eine mechanische Erklärung zu halten. Wenn Häckel die individuelle Entwickelungsgeschichte für die Recapitulation der allgemeinen erklärt, so ist dies nicht eine Ergänzung des Darwinismus, sondern ein Verzicht auf denselben, insofern damit gerade das Wesentliche des Darwinismus bei Seite gesetzt ist. Dieses Wesentliche nämlich, wodurch er erst einen Beitrag zu einer wahrhaft mechanischen Betrachtung liefert, liegt in der Erforschung der Wirkungsweise des Kampfes um das Dasein. Nur dadurch, dass Darwin zwischen die Veränderlichkeit und Vererbung den Kampf um das Dasein einschiebt, wird seine Theorie zu einem Versuche, die Umänderung der Formen mechanisch zu erklären. Was für eine mechanisch erkannte Potenz ist aber hier auf dem ontogenetischen Gebiete zwischen Vererbung und Anpassung, diesen nun einmal formalen Potenzen, eingeschoben? Natürlich keine, und so ist auch durch die Herbeiziehung dieser zweiten Reihe nicht ein Fortschritt in der mechanischen Erklärung gemacht, sondern im

Gegentheil die mechanische Erklärung, indem sich der Kreis des zu Erklärenden ausdehnt, nur um so schwieriger geworden.

Ueber diesen Sachverhalt hilft die blosse Versicherung, dass die Erklärung mechanisch sei, nicht hinweg. Der blosse Name Mechanismus thuts doch wahrlich nicht. Wenn Darwin für die Erklärung gewisser Erscheinungen seine Zuflucht zu ergänzenden Betrachtungen nimmt, zu der Korrelation des Wachsthums z B., so ist dies nicht eine Bereicherung seiner Theorie, sondern ein Eingeständniss, dass sie unzureichend ist; und wenn Häckel seinerseits von einer Recapitulation, abgekürzter, gefälschter Vererbung u. s. f. spricht, so wird dieses Eingeständniss nur um so grösser. Mit diesen Begriffen ist das vorliegende Problem nicht auf *causae efficientes,* sondern auf ganz ächte *causae finales,* auf innere richtende Kräfte, wie Pringsheim sagt, zurückgeführt.

Wenn sich so die Erforschung unumgänglich genöthigt sieht, den Darwin-Häckel'schen Factoren, noch andere Factoren beizugesellen, so ist von vornherein klar, dass ein Lehrgebäude, welches nur auf jenen bassirt, starke Willkührlichkeiten zeigen muss. Ein solches Gebäude wird eher einem Luftschlosse zu vergleichen sein, bei dessen Aufbau die freie Phantasie das Material nach eigenem Ermessen gruppirt. Ich sage, dies wird von vornherein zu vermuthen sein, und competente Beurtheiler sprechen sich in diesem Sinne auch aus. Sie greifen nicht nur die Erklärung des Materials, sondern sogar die bis jetzt von uns vorausgesetzte Zuverlässigkeit desselben an.

Wenn ich aber bei dieser Besprechung zunächst noch nicht hierauf, sondern nur auf die Weise der Erklärung eingegangen bin, so liegt der Grund ganz offenbar darin, dass in philosophischer Beziehung uns die Art der Erklärung am meisten interessirt. Wir wollen zunächst wissen, wie weit reicht die Bedeutung des Mechanismus? Wo und Wann müssen wir zu teleologischen Begriffen unsere Zuflucht nehmen? Hier haben wir ein Wort mitzusprechen; bei der Feststellung der Thatsachen selbst haben wir nur die Stimmen der Forscher zu prüfen. Dies wird uns aber zur Pflicht, wenn wir sehen, dass ein Forscher einer Theorie die Bedeutung eines Dogma's beilegt. Es erwacht dann unwillkührlich der Verdacht, dass er, wie es bei Dogmatikern geht, gesehen hat, was er sehen wollte. Ich darf nicht verschweigen, dass anerkannt höchst gewissenhafte Forscher grade diesen Vorwurf gegen Häckel schleudern. Hiss z. B. sagt über die Anthropogenie wörtlich: „Ich stehe nicht an zu behaupten, dass die Zeichnungen, soweit es sich um Häckel'sche Originalien handelt, theils höchst ungetreu, theils gradezu erfunden sind." Jeder Leser des Werkes wird aber eingestehen, dass grade auf der eindringlich überredenden Gewalt dieser Zeichnungen der Eindruck beruht, den die Häckel'schen Erklärungen machen.

Wir von unseren Standpunkte haben also einfach zu registriren, dass die Häckel'schen Darstellungen in den Kreisen der Forscher

durchaus nicht ungetheilte Anerkennung gefunden haben, dass im Gegentheil eine sehr starke Partei lebhaften Protest gegen das Häckel'sche Verfahren einlegt. Ich möchte nur einen Punkt zum Belege dafür noch hervorheben. Der Uebergang von den Würmern zu den Wirbelthieren war für Häckel — wie wir gesehen haben — besonders schwierig. Dieser Uebergang beruhte im Grunde darauf, dass Häckel categorisch erklärte, ein cylindrischer, aus Zellen zusammengesetzter Strang, der sich bei den Ascidienlarven findet, ist nichts Anderes als die Chorda dorsalis der Wirbelthiere; diesen Vergleich aber erklärt der greise, gewiss competente v. Bär für gänzlich verfehlt; und wenn Bär Recht hat, wäre die Kluft zwischen Wirbelthieren und Würmern eben noch nicht überbrückt.

Wie steht es auch mit der im Gegensatze zur Philosophie so vielgerühmten Zuverlässigkeit der empirischen Forschung, wenn wir jetzt als Resultat der Forschung das Gegentheil von dem annehmen sollen, was früher Resultat war? Karl Voigt z. B. erklärte uns bestimmt: „Es ist vollkommen richtig, dass die Embryonen höher stehender Thiere Phasen ihrer Entwickelung durchlaufen, die den bleibenden Verhältnissen anderer Thiere analog sind. Indessen diese Analogien gehen nirgends und in keinem Falle so weit, dass darüber der spezielle Organisationsplan des Thieres verschwände. Der menschliche Embryo z. B. hat durch die Existenz von Kiemenspalten an der Seite des Halses in frühester Zeit eine gewisse Analogie mit einem Fische, ohne dass er je wahre Kiemen besässe. Die Organisation eines speziellen Thieres ist so gleichsam das Resultat zweier Kräfte, des allgemeinen Planes, der der ganzen Klasse zu Grunde liegt, und des speziellen Planes, der ihm seinen näheren Charakter giebt.“ Hat Karl Voigt Recht und ist ein spezieller Organisationsplan neben dem allgemeinen anzuerkennen, dann ist die Ontogenese eben nicht eine einfache Recapitulation der Phylogenese; und diese völlige Gleichheit, Unterschiedslosigkeit in den Embryonen verschiedener Thiere, welche Häckel so stark hervorhebt, und bei seiner Anschauungsweise hervorheben muss, bestände dann nur in der schematischen Zeichnung, die grade das verstärkt zeigt, was der Zeichner uns sehen lassen will.

Fasst man diesen Sachverhalt in das Auge, so wird man diesen Häckel'schen Stammbäumen eben nicht zu grosses Gewicht beilegen. Die Thatsachen sind in ihrer Bedeutung noch nicht so klar erkannt, ja ihre Auslegung ist, — wie wir gesehen haben, — noch so umstreitbar, — dass wir so weit reichende Schlüsse vorsichtiger Weise noch gar nicht ziehen dürfen. Dieser ganze Stammbaum, der uns die causalen Beziehungen enthüllen, der, mit Kant zu reden, ein System für den Verstand darstellen soll, enthüllt sich leider zunächst doch nur als ein Schulsystem d. h. er giebt uns nur eine systematische Uebersicht; da das Gesetz der Verknüpfung, welches Häckel annimmt, sich als unzureichend erwiesen hat. Der Gang aber, welcher

die Natur wirklich eingeschlagen hat, kann sich von diesem System, sehr wesentlich unterscheiden; ja verschiedene Anzeichen deuten mit Entschiedenheit darauf hin. Wir sehen thatsächlich in der Natur Umwandlungen vor sich gehen und es ist ein Verdienst Darwin's das Dogma von der Art erschüttert zu haben; aber die Frage ist, lassen sich alle Entwickelungen, wie Darwin will, durch Accumulation unendlich kleiner Abänderungen erklären? oder treten oft plötzliche Umänderungen ein auf noch unerkannten Gesetzen beruhend? Letzteres ist entschieden der Fall, ja die morphologischen Umänderungen, welche der Darwinismus unberücksichtigt lässt, treten fast immer als plötzlich entstehende auf. Und so haben andere Forscher dieser Theorie der stufenweisen, allmähligen Umwandlung, auf welcher das ganze Darwin'sche System beruht, entgegenstellen zu müssen geglaubt, die Theorie der plötzlichen Umwandlungen, der heterogenen Zeugung. Der Generationswechsel einzelner Thiere würde an dieses Verfahren der Natur bei ihren Bildungen noch heute erinnern.

Bis diese und ähnliche Probleme gelöst sein werden, müssen wir wohl oder übel mit der Aufstellung des Stammbaumes warten, sonst könnte es uns leicht passiren, dass dieser Stammbaum nicht der historisch beglaubigte ist, sondern an die berüchtigten Stammbäume erinnert, welche die Heraldiker Jedem liefern, dem es nach dem Besitze eines solchen gelüstet.

Wenn aber das genealogische System selbst noch des Haltes entbehrt, so steht es mit seiner Ergänzung nach unten hin noch schlimmer. Wenn Häckel vor der Frage: „wie das organische Leben überhaupt entstanden sei?“ nicht wie Darwin zurückschreckt, so bewegt er sich doch auf diesem Gebiete gradezu in nicht eben glücklichen Spekulationen. Seine Unterstellung, dass wir in den von ihm sogenannten Protisten ganz einfache Wesen zu sehen haben, welche sich auf der Uebergangsstufe von Anorganischem zu dem Organischen befinden, erweist sich als unhaltbar; der Urschleim gehört immer noch in die „Naturphilosophie“, nicht in die Naturgeschichte. In der Naturphilosophie eines Schelling mag er eine angenehme Rolle gespielt haben, in der Naturgeschichte ist dieselbe entschieden unglücklich. Wie aber Häckel dazu kommt, immer noch den Bathybius, vulgo Urschleim, ernsthaft auftreten zu lassen, nachdem der Einzige, welcher ihn aus der Tiefe des Meeres herausgeholt hat, nachträglich selbst erklärt hat, derselbe sei wohl nichts als in gallertartigem Zustande niedergeschlagener Gips, ist im höchsten Grade befremdlich.*) Die Verbindung von Spekulation und Empirie hat hier entschieden schlechte Frucht getragen.

Selbst wenn aber die Protisten wären, was sie nicht sind,

*) Seitdem hat Möbius auf der letzten Naturforscherversammlung in Hamburg zum Ergötzen der Zuschauer diesen angeblichen Bathybius künstlich dargestellt.

einfachste Organismen nämlich, wäre immer der Uebergang von d
Anorganischen zum Organischen noch nicht vermittelt. Häckel st
ihn durch seine Kohlenstofftheorie her. Die stickstoffhaltigen Kohl
stoffverbindungen erklären uns nach ihm das Wunder der Lebe
erscheinungen. „Wir sind jetzt im Stande das Wunder
Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen. Wir ha
die unendlich mannigfaltigen und verwickelten physikalischen
chemischen Eigenschaften der Eiweisskörper als die eigentliche
sache der organischen Lebenserscheinungen nachgewiesen.“ D
Häckel diesen Nachweiss noch schuldig ist, braucht wohl nicht
erwähnt zu werden. Dem gegenüber behalten Kant's schöne W
ihre volle Gültigkeit: „Man ist,“ sagt Kant, „zu der äusser
Grenze der Naturwissenschaft gelangt, wenn man den letzten u
allen Erfahrungsgründen braucht, der durch Erfahrung bew
werden kann. Wenn diese aufhören und man mit selbsterdac
Kräften der Materie, nach unerhörten und keiner Belege fähi
Gesetzen es anfangen muss, ist man über die Naturwissensc
schon hinaus, wenngleich man noch immer Naturdinge als Ursac
nennt, zugleich aber ihnen Kräfte beilegt, deren Existenz du
nichts bewiesen werden kann.“

3. Ob die Naturwissenschaft durch ihre Verbindung mit spe
lativen oder sagen wir lieber phantastischen Elementen gewonnen
ob sie in ihren Folgerungen kritischer, in ihren Beobachtun
zuverlässiger geworden ist, dies werden wir nach dem Erörte
billiger Weise bezweifeln dürfen. Was aber hat, so fragen
andererseits die Philosophie durch dies Bündniss gewonnen?
besitzt sie an diesem Schatze des Monismus, dem angeblichen
sultate der empirischen Forschungen?

Philosophien, welche mit dem Anspruche auftraten, rein monisti
zu sein, hat es von je gegeben; der alte, wie der neue Materialis
sind ebenso monistisch, wie der alte und der neue Spiritualis
der alte oder neue Pantheismus. An der blossen Fahne des Mo
mus haben wir darnach noch gar nichts; sie deckt sehr verschied
Waare, mitunter auch verschiedene Kontrebande. Häckel wird jed
gegenüber diesen Spekulationen einen Grundzug hervorheben, du
welchen sich seine Philosophie von den Philosophemen jener un
scheide; nicht in dem Resultate, sondern in der Begründung li
der Unterschied. Während jene ihre Grundanschauungen an
Dinge nur herangebracht, sie, mit Hegel zu reden, aus der Pis
geschossen, oder mit Baco zu sprechen, wie die Spinnen
sich selbst gesogen hätten, schlage sein Philosophiren einen g
andern Weg ein. Er ist der Ueberzeugung, dass seine philosophisc
Anschauungen das unmittelbare Ergebniss der Erfahrung und
obachtung seien; ja er glaubt sogar für seine monistische Weltanschau
thatsächliche Beweise geben zu können. „Möge man mich da

verschonen, dass die monistische Naturphilosophie der thatsächlichen Beweise entbehre. Die Beweise sind da."

„Die Beweise sind da." Das ist ein herrliches Glück. Wir werden für alle Zeit nun los das unendliche Wortgefecht, die unfruchtbaren Streitigkeiten, durch welche die Philosophie von je sich lächerlich gemacht hat; eine neue Periode beginnt, die Thatsachen sprechen selbst, wir haben sie nur anzunehmen. Baco, Baco! Wenn du diese schöne Zeit hättest erleben können! Nun steht lebendig vor uns das, dem all dein Denken galt und während du noch ein neues Organon dem Menschen schaffen wolltest, durch das er die Thatsachen wie ein gut geschliffener Spiegel unentstellt aufnehme, so ist auch das seitdem überflüssig geworden, versteht sich jetzt schon von selbst. „Die Beweise sind also da." Wo denn? wird man fragen und Häckel fährt fort. „Grade jene exakte Form des Beweises findet Jeder, der sie finden will, in der Monographie der Kalkschwämme." Das klingt nun allerdings wunderlicher, als es gemeint ist. In der citirten Monographie meint Häckel den Beweis für die Descendenzlehre geliefert zu haben; dass er aber damit zugleich auch den Beweis für seine ganze Naturphilosophie erbracht zu haben glaubt, dass er eine naturwissenschaftliche Hypothese und eine einheitliche Weltanschauung ohne Weiteres identificirt, das wird eben wunderlich und für ihn charakteristisch bleiben. Er bildet sich eben ein, seine Weltanschauung resultire nothwendig aus dem blossen Studium der Erscheinungen als ihre oberste Generalisation und übersieht, dass alle Ergebnisse der Naturwissenschaft mehrdeutig sind und dass es sich bei dem Aufbau einer Weltanschauung nicht unsererseits um blosse Aufnahme von Ergebnissen handelt, sondern dass unser aufnehmender Geist ein gewichtiges Wort mitzusprechen, ja den Ausschlag zu geben hat. Dass die Naturwissenschaft mechanisch zu erklären hat und nur so weit Naturwissenschaft ist, als sie das thut, darüber herrscht gar keine Meinungsverschiedenheit. Mechanisch erklären ist aber eine blosse Methode; man kann sie anwenden und dabei von den verschiedensten Weltanschauungen ausgehen. Der Grund einer Weltanschauung liegt immer in den Bedürfnissen unserer nach Einheit strebenden Vernunft. Die exakte Naturwissenschaft hat nicht nur keinen bestimmten Zusammenhang mit einer bestimmten Philosophie, sondern, so wie wir weiter schreiten und unsere Erkenntniss zur Bildung einer Weltanschauung verwerthen, sind wir über die Naturwissenschaft überhaupt schon hinaus. Eine Weltanschauung unterscheidet sich von den Erkenntnissen, welche zu ihrem Aufbau verwendet werden, wie der Entwurf eines Gebäudes von den gebrauchten Materialien. Die letztern sind zwar keineswegs gleichgültig, zwischen Material und Form besteht ein innerlicher Zusammenhang, jedoch nicht so, dass das Material ohne Weiteres sich zu einer Form zusammenfügt. Die Hauptsache wird immer bleiben, zu welchem Zwecke und Bedürfnisse die

Materialien zusammengefügt sind. Eine blosse Summe empirischer Kenntnisse ist so wenig eine Weltanschauung, als ein Steinhaufen ein Gebäude.

Man möge uns daher mit exakten Beweisen für eine Weltanschauung verschonen. Es ist vollständig genug, wenn die exakten Ergebnisse selbst gesichert d. h. wenn mit solidem Materiale gearbeitet wird; aber die Frage, nach welchem Style dieses Material zusammengefügt ist, ist davon gänzlich unabhängig und so sind wir berechtigt, das Häckel'sche Gebäude, das wir bis jetzt nur nach seinen Materialien geprüft haben, nun auch nach seinem Zweck und seiner Architektonik zu prüfen.

Diejenigen nun, welchen der Sachverhalt, wie wir ihn dargelegt haben, klar ist, d. h. welche ihre Thätigkeit als Baumeister zu scheiden wissen von der Thätigkeit der Sichtung und Wahl des Materials, werden ein Gebäude aufführen, das, aus einem Geiste entworfen, in harmonischer Einheit seiner Theile vor uns steht; man mag es dann im Ganzen billigen oder verwerfen, wohnlich oder abstossend finden; diejenigen dagegen, welche sich einbilden, die Materialien fügen sich von selbst, folgen in der That, — da es nicht anders möglich ist, — Impulsen, welche ihnen selbst nicht völlig klar geworden sind; von den verschiedensten Seiten angeregt, gerathen sie in Gefahr, willkürlich nach jenem Plane hier, nach einem anderen dort zu verfahren. Die grossen geschichtlichen Systeme, der Spinozismus z. B., sind solche in sich einheitlichen Gebäude, — wie steht es mit dem modernen Häckel'schen Monismus? Hat er ein einheitliches Gepräge, einen einheitlichen Charakter und welches ist derselbe?

Es wird nicht ganz leicht sein aus den Häckel'schen Werken diese Frage zu beantworten. Er bewegt sich eben ganz im Kampfe. Wenn er gegen seine Gegner, die Dualisten, zu Felde zieht, sie mit den Waffen der Wissenschaft, wie mit denen des Spottes und der Ironie angreift, so wechselt er unaufhörlich den Standpunkt. Wie alle Gegner in den Topf des Dualismus eingestampft werden, so werden auch alle Freunde als Monisten zusammengefasst. Wir treffen so in brüderlicher Eintracht bei ihm an den grauen, abstrakt verständigen Materialismus, der — wie Goethe mit Recht sagt — keine lebendige Seele bewegen kann, den schwärmerischen, im Unendlichen webenden und lebenden Pantheismus, der Accorde anschlägt, welche in der Menschenbrust immer ihren Wiederhall finden werden; ja gelegentlich wird als Bundesgenosse selbst der erbittertste Gegner des Materialismus der Spiritualismus herbeigezogen.

Als die eigentliche Seele des Häckel'schen Monismus möchte ich jedoch eine pantheistische Naturverehrung bezeichnen. Das dies sich so verhält, springt an vielen Stellen deutlich genug hervor erhellt auch aus der grossen Verehrung, welche Häckel offenb

gegen Goethe hegt; druckt er doch seinen Werken mit Vorliebe Goethe'sche Citate voran, der Anthropogenie z. B. das herrliche Gedicht: Promotheus. Offenbar glaubt Häckel in den Goethe'schen Anschauungen seine eigenen, nur dichterisch verklärt, wieder zu erkennen. Das Schlimme ist nur, dass sich das, was Häckel wissenschaftlich erstrebt, mit dem Goethe'schen Geiste gar nicht einen lässt und dass Häckel, wenn er dies glaubt, sich offenbar in einer argen Selbsttäuschung befindet.

Das Streben Häckels läuft, wie wir gesehen haben, schliesslich darauf hinaus, aus physikalisch-chemischen Kräften die ganze Natur, die Lebenserscheinungen inbegriffen, zu erklären. Ist denn aber diese Natur Häckels d. h. diese Summe von mit physikalisch-chemischen Kräften ausgerüsteten Atomen die Natur Goethe's? Die Natur, die unendliche Einheit, die lebendige Mutter, die sich in Allen regt, in Allen webt, in Allen lebt? Die Natur, die keine Sprache und Rede hat, aber die sich Zungen und Herzen schafft, durch welche sie fühlt und spricht? Die Natur, deren Krone die Liebe ist und der wir nur durch Liebe — nicht durch Schrauben, Zangen, selbst nicht einmal durch das Mikroskop und anatomische Messer — nahe kommen? Das ganze Unternehmen Häckels, ich meine des wissenschaftlichen Häckels, ist dem Goethe'schen Geiste diametral entgegen. Wie kommt er daher dazu, in seinem Monismus uns Goethe'sche Gedanken aufzutischen, die gar nicht dorthin gehören, die als Etiketten nur aufgeklebt sind? Dies Verkennen der innerlichen Verschiedenheit seines und des Goethe'schen Standpunktes ist geradezu wunderbar. „Goethe," sagt Häckel z. B., „ahnt an der Pflanze ein Grundorgan, das Blatt, aus dessen Um-, Aus-, Weiterbildungen alle Theile zu erklären sind." „Hätte Goethe," fährt Häckel fort, „das Mikroskop wie wir gekannt, so würde er die wahre Grundlage, die Zelle, gefunden haben." Wir meinen dagegen, Goethe würde sich mit aller Gewalt dagegen gestemmt haben, ihm sein „Urphänomen" zu entreissen; ganz ebenso, wie er sich gegen die Zerlegung des einen Lichtstrahles in die vielen Farben gestemmt hat. „Habt Theile in der Hand, fehlt leider nur das geistige Band." — Nun ist durchaus nicht zu verlangen, dass man der Goethe'schen Naturauffassung zustimme, oder gar seine Methode der Forschung und Erklärung der empirischen entgegenhalte, wohl aber wird man verlangen können, dass die Verschiedenheit als solche anerkannt werde.

Wie mit Göthe, so geht es Häckel mit Spinoza, den er gleichfalls herbeizieht. Weil Spinoza den Zweck leugnet und den persönlichen Schöpfer ausschliesst, sympathisirt Häckel mit ihm, und übersieht dabei die grundsätzliche Verschiedenheit. Wenn Häckel sagt: „Diese Erscheinungen sind nicht das künstlich ausgedachte Werk eines planmässig bauenden Schöpfers," — so würde Spinoza natürlich zustimmen; aber ganz entschieden würde er sich den Folgesatz verbitten:

„sondern die nothwendige Folge wirkender Ursachen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Materie selbst und in ihren physikalischen Kräften liegen.“ Giebt es nach Spinoza keine Schöpfungsgeschichte als That eines persönlichen Gottes, so doch ebenso wenig eine natürliche Schöpfungsgeschichte. Nicht als zeitliche Entwickelungen, sondern *sub speciei aeterni* werden die Dinge betrachtet. Die Zeit ist blos ein *imago*. Wie Häckel darnach dazu kommt, Spinoza zu feiern, ist durchaus nicht erfindlich. Die Gedankenkreise desselben liegen unendlich weit ab von denen dieses modernen Monismus. Wenn Häckel sagt: „Die natürliche Schöpfungsgeschichte erblickt in den einzelnen Thieren und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken des persönlichen Schöpfers, sondern sie erblickt in ihnen den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwickelungsganges der Materie, den Ausdruck einer nothwendig wirkenden Ursache;“ — so fasst der Spinozismus die Dinge gerade als verkörperte Gedanken, nicht als zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwickelungsganges. Bei Häckel ist eben das Ausgedehnte mit seinen physikalisch-chemischen Kräften Substanz, bei Spinoza nur Attribut. Der Unterschied ist so gross, dass Häckel gar kein Recht hat, Spinoza gleichsam als einen Vorläufer seiner eigenen Anschauungen zu betrachten. Die Uebereinstimmung liegt nur in dem, was beide negiren: einen persönlichen oder sagen wir lieber einen menschenähnlichen Schöpfer.

Gegen unsere Darstellung könnte Häckel den Vorwurf der Einseitigkeit erheben; er könnte Stellen seiner Schriften anführen, in welchen er sich ganz im Sinne Spinoza-Göthe's ausspricht. Das könnte er allerdings, aber dadurch wird die Sache nur verschlimmert. Wenn er an solchen Stellen auch mit jenen Männern übereinstimmt, so stimmt er dagegen mit sich selbst nicht überein. Nach der Tendenz des Pantheismus müssen alle Dinge, wenn auch in verschiedenem Grade, beseelt sein, und so spricht allerdings auch Häckel von „einer Beseelung aller Materie.“ Oder: „Wir gelangen zu der Ueberzeugung, dass alle Naturkörper, welche wir kennen, gleichmässig belebt sind.“ Ja an einer Stelle redet er sogar von der erhabenen Religion des Pantheismus und beruft sich auf Giordano Bruno als einen Vorläufer seiner Anschauungen. „Wir sind,“ erklärt er, „befähigt zu einer unendlich erhabeneren Idee von Gott. Diese monistische Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat schon Giordano Bruno mit den Worten ausgesprochen: „Ein Geist findet sich in allen Dingen, und es ist kein Körper so klein, dass er nicht einen Theil der göttlichen Substanz in sich enthielte, wodurch er beseelt wird.“ Häckel ist also hier zu der Ueberzeugung gelangt, die Körper sind nicht nur beseelt, sondern sie sind beseelt als Theile der göttlichen Substanz; aber seine gesammte wissenschaftliche Demonstration läuft darauf hinaus, darzuthun, dass Leben und Beseelung molekulare Bewegungserscheinungen sind. „Die Seele des Menschen,“ sagt er ausdrücklich, „ist eine rein mechanische

Thätigkeit, eine Summe von molekularen Bewegungserscheinungen der Gehirntheile.“ Wo bleibt denn dann die göttliche Substanz, durch welche wir wie alle Dinge beseelt sind, diese erhabene Idee, welcher die Zukunft gehört?

Wie stellt sich darnach in der That das Verhältniss und wie erklären wir uns dies Auftreten von einander widersprechenden Bestimmungen?

Ich kann mir diesen Widerspruch nicht anders erklären, als dass ich mir zwei Häckel denke, einen wissenschaftlich nüchternen und einen poetisch begeisterten. So wie der wissenschaftliche Häckel spricht, verkündet er uns einen Monismus, der sich in Nichts von dem alten Monismus der Materialisten unterscheidet, dann giebt es nur Materie mit physikalisch-chemischen Kräften, dann ist alles Leben und selbst der Geist nur eine molekulare Bewegungserscheinung; — sowie aber der poetisch begeisterte Häckel seinen Mund aufthut, dann ist die Natur auf einmal durch und durch und in allen ihren Theilen beseelt, dann sind wir selbst zu einer unendlich erhabenen Gottesvorstellung befähigt.

Wenn ich nun oben erklärte, die Seele des Häckel'schen Monismus sei eine pantheistische Naturverehrung, so muss ich dies jetzt genauer bestimmen. Diese Seele nämlich ist dem Häckel'schen Monismus ganz äusserlich. Wenn man das ganze Unternehmen Häckel's ins Auge fasst, alle seine versuchten Demonstrationen, seine Kohlenstofftheorie u. s. w., so wird man als Grundton dieser Demonstrationen materialistische Ueberzeugungen vernehmen und so möchte ich den Materialismus als Leib dieses Monismus bezeichnen; diesem Leibe nun bläst Häckel eine pantheistische Seele genau so ein, wie die alte von ihm bekämpfte Schöpfungslehre den persönlichen Gott dem aus einem Erdenklosse geformten Menschen eine Seele einblasen liess.

Warum thut dies aber Häckel? Weil seine eigenen theoretischen d. h. materialistischen Ueberzeugungen ihn nicht befriedigen; weil er ausser einem secirenden Verstande noch ein reges, persönliches Interesse, ein warmes Gemüth und warmes Empfinden für die Natur besitzt. Seine eigene theoretische Ueberzeugung ist ihm zu grau, er ergänzt dieselbe daher durch andere, lebensvollere Anschauungen und diese Ergänzungen nimmt er eben daher, woher sie auch die verketzerten Dualisten nehmen, aus dem eigenen Gemüthe und seinen lebendigen Interessen. Diese stummen, langweiligen Atome, diese empfindungslose Materie, dieses blosse thatsächliche Sein befriedigt ihn innerlich so wenig, wie uns. Damit kann sich eben eine warme menschliche Seele nicht abspeisen lassen. So fliegt seine Phantasie von diesem blossen Sein, von allem Aufgehen in dem Endlichen, Einzelnen hin zu dem Unendlichen, so gelangt er zu der erhabeneren Religion, deren Gottesverehrung ist der *amor intellectualis Dei.*

So hätten wir denn die beiden Grundbestandtheile des Häckel'schen Monismus: den theoretischen Materialismus und poetischen Pantheismus durch unsere Theorie von den zwei Naturen in Häckel in leidliche Uebereinstimmung gebracht. Diese Uebereinstimmung wurzelt aber nur in dem persönlichen Geiste Häckels, ist eine blosse Personal- nicht Realunion, kommt also seiner Philosophie nicht zu Gute. Der Styl derselben ist und bleibt ein doppelter; Unterbau und Façade wollen nicht mit einander stimmen.

Schon schwerer wird es uns aber, einen andern Bestandtheil seiner „einheitlichen Weltanschauung" in irgend eine Verknüpfung mit dem Ganzen seiner Ueberzeugungen zu bringen. Nachdem Häckel so Vielerlei erklärt hat, und wir wissen bereits, in welchem Sinne und mit welcher absoluten Zuversicht, kommt er gelegentlich in einem merkwürdigen Kapitel der natürlichen Schöpfungsgeschichte auf die Frage, was eigentlich erklären heisse, und entwickelt dort zu unserer grössten Ueberraschung ein gut Theil Kantischer Gedanken. Er stellt sich auf einmal auf den Standpunkt des Relativismus, betont mit Kant, dass wir nicht zu den letzten Ursachen aufsteigen können, erinnert sich der Grenzen, welche unserem Erkennen gesteckt sind. „Wir dürfen niemals vergessen, dass die menschliche Erkenntnissfähigkeit allerdings absolut beschränkt ist und nur eine relative Ausdehnung besitzt" — oder: „Niemals vermögen wir die letzten Gründe einer Erscheinung zu erfassen." Das ist ein erfreuliches Eingeständniss, wenn es Häckel nur an anderen Stellen seiner Schriften nicht zurücknehmen wollte. In der Anthropogenie wenigstens erregt das berühmte Du Bois-Reymond'sche „Ignorabimus" seinen ganzen Ingrimm. Von dem Standpunkte der Entwickelungslehre protestirt er dagegen mit dem ganzen, ihm zustehenden sittlichen Pathos. Wer hätte unseren Urahnen, den einzelligen Amöben begreiflich machen wollen, — ruft er entrüstet aus, — dass ihre Nachkommen einst einen vielzelligen Wurm-Organismus bilden würden, und den Würmern wieder, dass sie sich zu schädellosen Wirbelthieren u. s. f. entwickeln würden? Diese ganze Gesellschaft: Amöben, Würmer, schädellose Wirbelthiere, Schädelthiere, Urfische, Amphibien, Säugethiere u. s. w. würden genau als solche Obskuranten wie ihre spätern Enkel die Menschen im Allgemeinen und Du Bois-Reymond im Besondern ausgerufen haben: *„Immutabimur et ignorabimus!"* Häckel brauchte wahrlich sich nicht so zu ereifern, die Würmer haben eben nicht gewusst, was wir, ihre glücklichen Ahnen wissen, und der arme Du Bois-Reymond hat auch nur — genau wie Häckel selbst — behauptet, dass dies: Ignorabimus von uns Menschen und unserer Erkenntniss gilt. Ja, wenn wir erst uns — nun wozu denn? werden entwickelt haben, — dann werden eben nicht mehr wir, sondern jene wissen; bis dahin aber leider müssen wir warten und dann werden Wir eben leider nicht mehr Wir sein.

Wir stehen vor einem zweiten Widerspruche; derselbe will sich aber durchaus in keine höhere Einheit auflösen lassen. Zwischen den Sätzen der natürlichen Schöpfungsgeschichte: „die menschliche Erkenntnissfähigkeit ist absolut beschränkt," und dem lebhaften Proteste gegen denselben Satz in dem Vorworte zur Anthropogenie, wo er in ihm nur eine grossartige Verleugnung der Entwickelungsgeschichte sieht, geht keine irgendwie geartete Einigung herzustellen. Wie sollen wir uns diesen absoluten Widerspruch erklären? Ich wüsste nicht, wie anders als so, dass er jene angeeigneten Kantischen Gedanken, — wie es eben mit aufgerafften Gedanken geht, — wieder vergessen hat und so werden denn diese auftauchenden Kantischen Reminiscenzen nur lose Zierrathen an dem Gebäude des Monismus sein.

Wir sind leider noch nicht zu Ende. Wir haben bis jetzt Häckel noch nicht selbst gefragt, wofür er denn seinen Monismus hält, und doch hat er sich selbst bestimmt darüber erklärt. „Der Monismus," sagt er ausdrücklich, „soll die Versöhnung sein von Idealismus und Realismus, die Verschmelzung von Spiritualismus und Materialismus!" Das ist eine schöne Versöhnung von Idealismus und Realismus, wenn Häckel z. B. erklärt: „Die Weltgeschichte ist ein physikalisch-chemischer Prozess" und eine schöne Verschmelzung von Spiritualismus und Materialismus: „Die Seele ist eine Summe von molekularen Bewegungserscheinungen."

Nehmen wir die Häckel'sche Erklärung ernsthaft und wir dürfen sie doch nicht als blosse Phrase nehmen, so wäre sein Monismus allerdings eine höchst eigenthümliche, einheitliche Weltanschauung. Sie wäre wenn nicht Dualismus, so doch ein vollendeter Confusionismus; sie wäre Materialismus, nur mit der Annahme, dass alle Dinge beseelt sind, Spinozismus nur mit der Annahme, dass der zeitliche, physikalisch-chemische Prozess oberste Ursache ist, Dogmatismus nur mit der Annahme, dass die letzten Gründe unerkennbar sind u. s. w.

Sie ist endlich aber doch — und dies ist im Häckel'schen Sinne das Fürchterlichste — sie ist Dualismus. Seine theoretische Philosophie befindet sich in einem höchst bedenklichen Dualismus gegen seine praktische Philosophie. „Der Werth des Lebens," versichert er uns, „liegt nicht in dem materiellen Genusse, sondern in der sittlichen That!" Das sind schöne Worte; wir stehen auch gar nicht an, bereitwillig anzuerkennen, dass dies die thatsächliche, praktische Lebensanschauung des Verfassers sein mag und wollen ihr unsere Achtung nicht versagen; befindet sich dann aber seine praktische Philosophie nicht im Zwiespalt mit seiner theoretischen? Giebt es eine sittliche That, wenn die Seele eine molekulare Bewegungserscheinung, die Geschichte ein physikalisch-chemischer Prozess ist? und wenn Häckel selbst an andern Stellen seiner Schriften wieder orakelt: „Die beliebte Redensart von einer sittlichen

Weltordnung hat gar keine Begründung;“ „Leidenschaft und Selbstsucht sind die Triebfedern des Lebens?“

4. Wir haben uns bis jetzt ausschliesslich mit der Häckelschen Weise des Erklärens sowohl auf dem naturwissenschaftlichen wie dem philosophischen Gebiete beschäftigt und diese Erklärungsweisen in ihre Bestandtheile zu zerlegen, ihren Ursprung und Bedeutung nachzuweisen gesucht. Häckel war uns jedoch zugleich — und dies berechtigt mich nur, an dieser Stelle auf sein Unternehmen so ausführlich einzugehen — Repräsentant einer ganz bestimmten Richtung, deren Tendenzen und Ziele klar zu legen, erübrigt. Welches sind diese Tendenzen, für welche Häckel vielleicht nur nicht den richtigen Ausdruck gefunden hat? Und diese Frage hängt mit der anderen schon aufgeworfenen zusammen, welches ist das Ziel der Naturerkenntniss, wie wirkt die Verarbeitung ihrer gewaltigen Resultate auf die Ausbildung unserer gesammten Weltanschauung ein? Werden wir nach der Richtung hingewiesen, welche jene Denkweise uns vorzeichnet?

Im Vertrauen auf die stolzen, täglich sich mehrenden Erfolge, welche die empirische Forschung aufzuweisen hat, strebt sie ihre Herrschaft auf immer weitere Gebiete zu erstrecken. Die Psychologie, die Geschichte, die Ethik versucht man nach naturwissenschaftlicher, speciell nach Darwin'scher Methode zu behandeln. Der Kampf ums Dasein soll seine Rolle nicht nur in der Thier- und Pflanzenwelt spielen, er wird hinauf in die Sternenwelt, hinein in das Leben der Menschen getragen; er ist die *signatura temporis*; die Welt als vollendeten Mechanismus zu begreifen, die ausgegebene Losung. Mit mitleidiger Geringschätzung blickt man auf alle, welche in der Welt und in unserem eigenen Leben mehr zu sehen meinen, als ein Spiel blinder, vernunftloser Kräfte; welche, nachdem sie anerkannt haben, dass der Mechanismus uns viele früher ungelösten Räthsel so weit gelöst hat, als man es billiger Weise verlangen kann, — doch erklären, dass das grösste aller Räthsel gerade dieser ganze, blinde Mechanismus selbst ist, der seine Produkte ziel- und rastlos bildet und wieder verschlingt; — welche in diesem Mechanismus und dem Weltbilde, welches er abspiegelt, keinen Sinn mehr zu erkennen vermögen und, ehe sie die Natur der Dinge dieses wahnsinnigen Arbeitens ohne Ertrag, ohne Erfolg, anklagen, ihr diese Danaidenrolle zuschreiben, lieber zu prüfen entschlossen sind, ob dieser Wahnsinn nicht vielmehr in der eigenen verkehrten Anschauung liegt.

In der That, diese Art des Monismus, welcher der Mechanismus das letzte ist, welcher die Seele selbst nur eine Bewegungserscheinung, die Geschichte ein physikalisch-chemischer Prozess ist, kann nach unserer Auffassung gar nicht eine in dem vollen Wesen des Menschen gegründete, sein ganzes Sein umfassende Weltanschauung sein; sie ist faktisch höchstens ein Gedankenmonismus,

zu dem der frostige Verstand in missverstandener Consequenz sich bekennen zu müssen meint, der aber unser eigenes Thun, unser eigenes Leben und Schaffen immer fremd bleiben wird. Der Dualismus, welcher bei Häckel hervortrat, war nicht ein willkürlicher, sondern ein jedem lebenden Wesen bei dieser Anschauungsweise nothwendiger. Zwischen dem Prinzip unseres Denkens und dem Prinzip unseres Handelns muss dann Zwiespalt sein. Wir würden nicht aufhören, leidenschaftlichen Antheil zu nehmen an den Kämpfen der geschichtlichen Entwickelung, obgleich wir theoretisch wüssten, dass diese ganze Blüthe des geschichtlichen Lebens einst abwelken, verdorren wird, aber leider ohne Samen zu hinterlassen; — wir würden nicht aufhören, lebendigen Antheil zu nehmen an der Erforschung der Gesetze dieser Welt, obgleich wir theoretisch ganz gut wüssten, dass alle diese Erkenntniss einst in Nacht versinken und weder uns noch anderen Förderung bringen wird; wir würden nicht aufhören, den Werth des Lebens in der sittlichen That zu sehen, darnach uns selbst und andere sittlich zu billigen und zu missbilligen, obgleich wir theoretisch ganz gut wüssten, dass dieses Sollen, welches wir uns und anderen vorhalten, ein blosser Schein ist. So würden wir denken und so handeln und damit zeigen, dass so viel Wunderbares auch die Erde birgt, das Wunderbarste doch der Mensch ist.

Eine Auskunft bleibt, so scheint es. Unser Denken irrt nicht, wenn wir aber doch nicht aufhören seinen Ergebnissen zum Trotz unserem Leben und Streben einen Werth beizulegen, als gälte es, etwas zu erreichen, das dauernd, das dem Wirbel des Seins entnommen ist, so ist dies eben eine freundliche Täuschung der Natur. Auf diese Weise glaubt man über den Zwiespalt hinwegzukommen und die sonderbare Erscheinung erklärt zu haben? Ist dies eine befriedigende Auskunft? Worauf beruhen Euere theoretischen Ueberzeugungen und das Gewicht, welches Ihr ihnen beilegen zu müssen glaubt? Auf der stillschweigenden Voraussetzung, dass Euer Denken irrthumlos, fehllos arbeitet, wie jede Naturkraft, dass es mit anderen Worten eine Funktion des Seienden ist. Was ist denn aber unser Wollen, unser Abschätzen des Lebens, unser sittliches Werthbestimmen? Muss dies nach Eueren eigenen theoretischen Voraussetzungen nicht auch eine Function des Seienden sein? Wir hätten also immer wieder unser Wesen zu theilen und anzunehmen, eine Function in uns arbeite richtig, die andere sinnlos. Uns dagegen scheint, dass der, welcher dem Denken zutraut, das Richtige erfassen zu können, dass der auch dem Werthschätzen zugestehen muss, nicht eine blosse Zugabe, sondern gleichfalls in der Natur der Dinge gegründet zu sein. Wir werden dann auch auf diese Stimme zu hören, die Aussage der einen durch die der anderen zu ergänzen haben, wie wir es mit den uns verliehenen Sinnesfunctionen, mit Auge und Ohr auch machen. Wenn aber beide Functionen sich

zu widersprechen scheinen, werden wir zunächst untersuchen, ob dies nicht nur subjective Täuschung ist, welche nicht in dem, was das Organ uns giebt, sondern in dem, was wir daraus schliessen, seinen Sitz hat. Und so werden wir von den eigenen Voraussetzungen dieses Standpunktes aus dahin geführt, Ziel, Wege, Mittel seines Erkennens zu prüfen und zu zusehen, ob nicht die wirklich wissenschaftlichen Aussagen richtig, die Schlüsse dagegen, welche man daraus ziehen zu müssen glaubt, verkehrt sind.

Welches ist das Ziel des naturwissenschaftlichen Erkennens? Die Denkweise, mit welcher wir es zu thun haben, wird dem Kanischen Satze zustimmen, dass in jeder Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werde, als darin Mathematik anzutreffen sei; — oder wird für Mathematik mit Du Roys-Reymond setzen Mechanik der Atome: „Wenn alle Veränderungen in der Körperwelt in Bewegungen der Atome, bewirkt durch deren constante Centralkräfte, aufgelöst sein werden, wird das Weltall naturwissenschaftlich erkannt sein."

Von diesem Satze ausgehend und auf ihm fussend erklärt der Monismus als einzig berechtigtes Prinzip der Forschung wie Weltbetrachtung den Mechanismus und verwirft alle und jede Teleologie nicht blos als unnütz, sondern als geradezu irreleitend und phantastisch. Es giebt nur wirkende Ursachen und keine Endursachen, proklamirt er als sein Resultat und hält dies durch die Naturwissenschaft für fest bewiesen. Wenn die Naturwissenschaft bei der Erklärung unseres Planetensystemes ausgeht von dem Dasein einer in Rotation befindlichen Dampfmasse, wenn sie die allmählige Bildung der Erde durch alle ihre Wandlungen hin verfolgt, Zustand aus Zustand entwickelt, wenn sie auch bei der Erzeugung der lebendigen Geschöpfe kein Eingreifen einer schöpferischen Gestaltungskraft anerkennen kann, so haben wir ein völlig geschlossenes System vor uns, in dem kein Raum für Endursachen ist; zumal seit der Darwinismus seinen Weltlauf begonnen hat, ist — so predigt man aller Orten — der Zweckbegriff gänzlich überflüssig geworden.

Bevor wir auf die Kritik dieser Anschauungsweise eingehen, und untersuchen, in wie weit bei ihr Wahres mit Falschem gemengt ist, müssen wir den Faden unserer Untersuchung, an der Stelle, wo wir ihn früher verlassen haben, wieder aufnehmen. Wir haben zu zeigen gesucht, dass der Darwinismus auch in der Form, welche ihm Häckel gegeben hat, nicht eine wirklich mechanische Erklärung giebt, dass weiter eine Anzahl der bedeutendsten Forscher grade für die Erklärung der wichtigsten Umänderungen ihn für unzureichend erklärten und dass diese daher ihre Zuflucht zu andern Potenzen, zu „einem innern Gesetze der Entwickelung", zu „innern richtenden Kräften" (s. S. 14) sich zu nehmen gezwungen sahen.

Wie stellen wir uns nun zu dieser Anschauungsweise, welche

mitten in der Naturwissenschaft und zum Zwecke der Erklärung ihrer Erscheinungen ihre Zuflucht zu teleologischen Prinzipien nimmt? Wir sind keineswegs gesonnen, dieser Erklärungsweise zuzustimmen und hatten deshalb unser Urtheil zurückgehalten. Wir stimmen im Gegentheil mit den Monisten in dem Satze überein, dass die Welt nur so weit erklärt sei, als sie in Mechanik der Atome aufgelöst ist. Wenn wir dessen ungeachtet jene Forscher Häckel entgegen setzten, so sollte dies nur zeigen, dass auf diesem Gebiete noch da gänzlich ungelöste Probleme liegen, wo Häckel schon die Lösung gegeben zu haben glaubt. In dieser Beurtheilung der Sachlage stimmten wir ihnen nur zu und erklärten eben deswegen den Darwinismus hier noch nicht ausreichend. Wir haben also an der Häckel'schen Erklärung nicht das auszusetzen, dass sie mechanisch ist, sondern im Gegentheil, dass ihre wie die Darwin'schen Potenzen gar nicht mechanische sind; wir werfen Häckel andrerseits auch nicht thörichter Weise vor, dass er noch keine vollendet mechanische Erklärung gegeben habe, sondern dass er sie gegeben zu haben sich einbildet, während wir in der That noch unendlich weit davon entfernt sind.

Wir wollen also ganzen und vollen Mechanismus und nehmen von ihm auch das Gebiet des Organischen nicht aus. Auch die Erklärung des Organischen ist uns nur ein, wenn auch unendlich schwieriges, mechanisches Problem, und wir weisen bei ihm alles Recurriren auf nicht mechanische Kräfte, wie diese sich auch nennen mögen, sei es Lebenskraft oder Zielstrebigkeit oder innere richtende Kräfte, oder Unbewusstes u. s. w. ab. In allen diesen Wendungen sehen wir nicht Erklärungen, sondern nichts als eine mehr oder minder glückliche Bezeichnung für das eben erst zu erklärende Problem. Wenn Aristoteles und nach ihm das ganze Mittelalter das Fallen eines schweren Körpers dadurch erklärt, dass er dem Orte zustrebe, dem er seiner Natur nach angehöre, so ist das eben eine ächt teleologische d. h. gar keine Erklärung. Diese wurde erst gegeben, als man das Fallen des Körpers, dies scheinbare Streben nach dem Mittelpunkte, als eine Folge allgemeiner für alle Massentheile geltender Gesetze nachwies. Ganz ebenso liegt aber die Sache nach unserer Meinung auch auf dem organischen Gebiete, nur dass hier dies Auffinden der allgemeinen, den Massentheilchen innewohnenden Gesetze, unendlich schwieriger ist. Und grade aus dieser Ueberzeugung wendeten wir uns gegen die Häckel'sche Recapitulation und konnten sie nicht als Erklärung, sondern nur als kurze Bezeichnung des zu Erklärenden gelten lassen. Wer wie Häckel in ihr eine mechanische Erklärung gegeben zu haben, nicht nur einen unerkannten Kausalzusammenhang kurz bezeichnet zu haben glaubt, verlässt grade den Weg der mechanischen Erklärung.

Wenn wir nun aber nicht den Aberglauben theilen, dass die

organische Welt schon mechanisch erklärt ist, im Gegentheil der Ansicht sind, dass wir von dieser Erklärung noch unendlich weit entfernt sind, welches Recht haben wir dann, es jetzt schon auszusprechen, dass das Organische wie das sogenannte Anorganische ein mechanisches Problem ist? Wir sehen in diesem Satze nicht wie Häckel einen Erfahrungssatz, sondern ein Postulat. Dass der Mechanismus ausnahmlos gilt, ist uns Voraussetzung der Naturwissenschaft und von dieser Voraussetzung aus geht sie an die Erforschung der Dinge heran; hier gelingt es ihr, diese Voraussetzung zu erhärten, dort gelingt es ihr noch nicht, aber sie zweifelt deshalb nicht an der Möglichkeit; denn an dieser Möglichkeit zweifeln hiesse die Begreiflichkeit der Welt überhaupt aufgeben.

Wenn wir auf diese Weise die ausnahmlose Gültigkeit des Mechanismus festhalten, nicht weil er schon bewiesen ist, sondern obgleich er dies noch nicht ist, und wenn wir trotz der Lücken der mechanischen Erklärung, es doch verschmähen, dieselben durch anders geartete Zuthaten zu überbrücken, wie kann dann überhaupt noch von Teleologie die Rede sein?

Wir halten die Teleologie für gar nicht überwunden und überhaupt nicht für überwindbar. Uns scheint der Grund des Missverständnisses immer darin zu liegen, dass man eine bestimmte Form der Teleologie im Auge hat, die nämlich, welche die Wirkungen der Dinge nicht von den in ihnen liegenden Kräften, sondern von einem äusserlichen Eingreifen anderer, sei es ganz oder halb geistiger Wesen oder Potenzen ableitet. Diese Weise der Teleologie ist allerdings beseitigt und zu ihrer Beseitigung hat Darwin einen schätzenswerthen Beitrag geleistet. Die teleologische Betrachtung selbst ist aber davon gänzlich unabhängig. Man verkennt dies nach unserer Ueberzeugung nur, weil man eben zwei Gedanken mit einander verwechselt. Dem Satze, dass die Naturwissenschaft einzig mechanisch zu erklären d. h. alle Veränderungen der Körperwelt auf Bewegungen der Atome zurückzuführen habe, stimmen wir unbedingt zu. Wenn man aber aus diesem Satze den andern macht, also giebt es nur wirkende Ursachen und keine Endursachen oder Formalursachen, so ist das ein arger Irrthum. In der Verwechselung dieser beiden Sätze liegt die verkehrte Schlussweise, von welcher wir gesprochen haben. Die Naturwissenschaft hat rein mechanisch zu erklären, weil dies grade ihre Methode ist, aber sie ist nicht die einzige Methode, welche man anwenden kann. Die Teleologie aus der Naturwissenschaft ausschliessen, heisst noch nicht, sie aus der Weltbetrachtung überhaupt verbannen. Diesen Schritt unternehmen eben nur die, welche den Wahn hegen, die Methode der Naturwissenschaft sei die allbefassende, sie sei die Universalwissenschaft, sie löse nicht blos ihre Probleme auf ihre Weise, sondern überhaupt alle Probleme. Dagegen ist unsere Ueberzeugung, dass die naturwissenschaftliche Betrachtung zu ihren Resultaten grade nur dadurch gelangt, dass

e mit Bewusstsein nur eine Seite der Natur hervorhebt. Ist dies chtig, so sind die Erkenntnisse, welche die Naturwissenschaft uns iebt, Erkenntnisse, die von der Natur zwar gelten, aber ihr Vesen nicht erschöpfen. Die Natur bietet eben unserer Auf-assung viele Seiten dar. Der naïve Mensch verlangt von der Vissenschaft unmittelbar die volle Kenntniss, er möchte das ge-eimste, innerste Wesen der Dinge ergründet und was denn ie Natur selbst sei, beantwortet haben, natürlich vergeblich. lit diesem speculativen Triebe, so können wir ihn nennen, eginnt zwar jede einzelne Wissenschaft, um sich aus ihm aber rst emporzuarbeiten. Wie die Mathematik mit Zahlensymbolik, igurensymbolik angefangen hat so steht auch am Beginne der Neu-eit nicht die Naturwissenschaft, sondern die Naturphilosophie. Wer etzt aber in der Naturwissenschaft noch die volle Kenntniss der Natur sucht, wandelt eben noch auf den Bahnen von Para-elsus. Die moderne Naturwissenschaft hat es nicht mit dem Wesen der Natur selbst, sondern, wie wir es schon ausdrückten, mit Aus-sagen zu thun, welche von ihr nur gelten. Der Begriff der Natur ist ein höchst vieldeutiger. Auch die Mathematik hat es mit ihr zu thun, in so fern sie uns nämlich in den Formen von Raum und Zeit erscheint und so fassen wir in der Naturwissenschaft die Natur in gleicher Weise unter dem einseitigen Gesichtspunkte der Causalität auf und schliessen mit Recht alle andern Gesichtspunkte aus, weil wir nur durch dies Isoliren überhaupt zu bestimmten Resultaten gelangen können. Aber Seiten aus der Betrachtung ausschliessen, heisst nicht dieselben leugnen. Der Streit zwischen Mechanismus und Teleologie reducirt sich darnach auf die Frage, lässt sich die Natur auch von einem andern Gesichtspunkte aus, als es mit vollem Rechte und voller Geltung in der Naturwissenschaft geschieht, betrachten? Und diese Frage geht die Naturwissenschaft, welcher ihr Recht gewahrt ist, gar nichts an, darüber steht ihr keine Entscheidung zu. Wenn einzelne Naturforscher sich diese Entscheidung doch zusprechen, so sollen sie sich wenigstens nicht den Anschein geben, als thäten sie dies in ihrer Eigenschaft als Naturforscher; während sie in der That dann nur das allgemeine und reichlich von Befugten und Un-befugten ausgeübte Menschenrecht, über die Natur zu speculiren, in Anspruch nehmen.

Wie kommen sie zu dieser Verwechselung, durch welche allein die naturwissenschaftliche Betrachtungsweise, d. h. die mechanische Methode der Forschung sich erst zu einer mechanischen Weltanschauung abzurunden sucht? Ein Beispiel mag dies erläutern. Wenn ich die Zusammensetzung einer Uhr kennen gelernt und ein-gesehen habe, wie Rad in Rad eingreift, wenn ich in dem Ge-wichte die treibende Kraft erkannt habe, welche dies Räder-werk in Bewegung setzt, so werde ich nicht mehr, wie jener Wilde, dem zuerst eine Uhr gezeigt wurde, dieselbe für ein lebendes

Wesen halten oder annehmen, dass heimlich doch Jemand in dem Dinge stecke, welcher mit seinen Fingern die Zeiger stelle; ich habe dann eben die Uhr als Mechanismus erkannt. Wie aber würde es klingen, wenn Jemand erklären wollte, die Uhr ist — wie wir dargethan haben — mechanisch erklärt, d. h. jeder ihrer Zustände ist die nothwendige Folge des vorangehenden, also ist sie auch das Werk des Mechanismus, d. h. das Werk blinder Kräfte. Wir würden den, der so räsonirt, offenbar für nicht bei Sinnen halten, wollen jedoch sehen, ob wir diese Schlussweise nicht in anderem Gewande factisch vorfinden. Wenn wir weiter wissen, dass die Uhr natürlich nicht das Werk des Mechanismus, blinder Kräfte, — sondern das Werk eines überlegenden Verstandes ist, selbst dann können wir den Gesichtspunkt der Causalität noch weiter anwenden; auch der Arm des Uhrmachers, welcher die Räder feilte, gehorchte mechanischen Gesetzen, nur durch Benutzung wirkungsfähiger Stoffe, nicht durch sein blosses Wollen, brachte er das Werk zu Stande; — oder andererseits das Gewicht treibt zwar die Uhr, aber das Gewicht muss erst gehoben, die Feder muss erst gespannt werden, also ist die treibende Kraft unmittelbar das Gewicht, weiter zurück die Muskelkraft, welche es hob, auch diese kann ich weiter verfolgen u. s. f., kurz der Mechanismus hat auch hier unbedingte Geltung, ich finde ihn überall, wo ich unter seinem Gesichtspunkte das Werk im Ganzen oder Einzelnen betrachte.

Ah, werden die Gegner denken, jetzt ist klar, wo das hinaus soll. Nun wird die Welt, das grosse unendliche Getriebe, dies Werk, wo ein Tritt tausend Fäden regt, in Parallele mit der Uhr gesetzt und der Schluss auf den vernünftigen Baumeister derselben ist fertig, die Teleologie ist gerettet. Nein, so denke ich nicht zu verfahren. Ich schliesse im Gegentheile, so wenig als sich vernünftiger Weise daraus, dass ich die Uhr unter dem Gesichtspunkte des Mechanismus betrachten kann, schliessen darf, dass sie das Werk mechanischer Kräfte oder eines vernünftigen Willens ist, so wenig folgt daraus, dass ich auch die Welt unter diesem Gesichtspunkte auffassen und ihre Zustände mir in jedem Augenblicke nach ihm erklären kann, das, was die Monisten daraus machen, nämlich dass sie selbst durch und durch das Werk blinder, ziel- und bewusstloser Kräfte ist, „aufgebaut im Wechseltanz der Elemente."

In dieser fehlerhaften Schlussweise aber begegnen sich grade beide Gegner, der Monismus wie die äusserliche Teleologie, wie wir sie genannt haben. Wenn diese Teleologie in den einzelnen Producten der Welt Zweckmässiges findet, so glaubt sie daraus auf einen vernünftigen Weltenbaumeister, den Uhrmacher, schliessen zu können und dieser Schluss ist als Fehlschluss längst anerkannt. Wenn der Monismus aber daraus, dass wir die Zustände der Welt uns nach mechanischen Gesetzen aus einander ableiten können, auch auf ihr Entstandensein aus der Wechselwirkung blinder Kräfte schliesst, so

sehe ich nicht ein, wie diesser Schluss besser sein soll und was er für Ursache hat, auf seinen Gegner in dem Gefühle der Ueberlegenheit und dem Bewusstsein der wissenschaftlichen Einsicht, vornehm herabzusehen. In der That hat die naturwissenschaftliche d. h. mechanische Betrachtung der Welt mit beiden Ansichten gar nichts zu schaffen; mechanische Betrachtung der Welt und Betrachtung der Welt als Mechanismus sind eben ganz verschiedene Dinge. Wäre dem nicht so, wie wollte man sich erklären, dass die verschiedenartigsten philosophischen Systeme, ausgehend von ganz entgegengesetzten Principien in diesem Verlangen, die Natur mechanisch zu erklären, übereinstimmen. Descartes erklärt die Natur so mechanisch wie Baco (ja consequenter), Leibnitz so mechanisch wie Locke, Kant wie Hume. Was hat also der Monismus für eine Veranlassung dies als sein Verdienst in Anspruch zu nehmen? Ihm gebührt über die mechanische Betrachtung hinaus nur das zweifelhafte Vorrecht, jene unbegründeten Schlüsse gezogen zu haben.

Wir haben den Streit zwischen Mechanismus und Teleologie auf die Frage zurückgeführt: lässt sich die Natur auch nach andern Gesichtspunkten betrachten, als dem der Causalität, welchen die erklärende Naturwissenschaft mit Recht isolirt verfolgt? Wir müssen jetzt antworten: „Auf die Natur lassen sich nicht bloss andere Gesichtspukte anwenden, sondern muss man solche anwenden.“ Das geht aus dem eigenen Resultate der bloss causalen Betrachtung hervor; selbst in ihrer höchsten Vollendung nämlich lässt diese an der Natur einen ungelösten Rest und damit Probleme offen, deren Beantwortung der menschliche Geist wohl oder übel versuchen muss. Ob er darin glücklich gewesen ist oder nicht, ändert an der Sachlage gar nichts. Hat er diese ungelösten Probleme bisher nicht beantwortet, nun so hat er vielleicht nur die Aufgabe zu zeigen, wie weit sie sich überhaupt nur lösen lassen. Auch dies wäre gegenüber allen aufdringlichen Versuchen, sie im Stegreif zu beantworten, und gegenüber allen kühnen Versicherungen, sie beantwortet zu haben, schon ein ungeheuerer Gewinn.

Was ist das für ein ungelöster Rest? Die causale Betrachtung hat, so haben wir schon hervorgehoben, ihre Aufgabe erfüllt, wenn sie alle Veränderungen der Körperwelt in Bewegungen der Atome, bewirkt durch deren Centralkräfte, aufgelöst hat. Sie geht dabei von einem bestimmten durch Erfahrung gegebenen Zustande der Atome, einem bestimmten Stellungsverhältnisse derselben aus und ermittelt regressiv den gesetzmässig vorhergehenden oder nimmt umgekehrt hypothetisch einen gegebenen Anfangszustand an und folgert aus ihm progressiv die folgenden und zeigt, dass der letzte Zustand, zu dem sie gelangt, mit dem thatsächlichen übereinstimmt. Immer muss ihr bei ihren Schlüssen vorwärts oder rückwärts ein bestimmter Zustand der Atome gegeben sein, den sie einfach als Thatsache aufnimmt, ohne ihn erklären zu können, oder erklären zu wollen. Wenn die

Naturwissenschaft sich bei dieser letzten Thatsache als einer schlechthin gegebenen beruhigt, und wenn sie das von ihrem Standpunkte aus auch mit vollem Rechte thut, soll das menschliche Nachdenken sich auch mit diesem thatsächlichen Verhalten begnügen? Das ist ja aber grade der Charakter des menschlichen Nachdenkens, dass es sich bei keiner blossen Thatsache, und wäre sie noch so weit zurückliegend, beruhigen kann, sondern auch sie wieder abzuleiten und zu erklären, zu verstehen sucht. Das Nachdenken wird also immer wieder auf diese letzte Thatsache der Naturwissenschaft zurückkommen und immer wieder die Frage nach dem Ursprunge dieser unvordenklichen Ordnung erheben; und wenn dieses nothwendige Problem nicht durch methodische Untersuchung zu lösen gesucht oder wenigstens festgesetzt wird, wie weit es nur lösbar ist, so wird der ungeschulte Verstand Antworten auf eigene Faust geben. Der Häckel'sche Monismus ist nach unserer Auffassung ein solches Antworten auf eigene Faust.

Um Herkunft der Ordnung der Natur, vorgestellt als Stellung der Atome, handelt es sich also. Die causale Betrachtung muss dieses Problem offen lassen, insofern sie die jetzige Ordnung nur auf eine frühere zurückführt. Selbst wenn sie ihre unendliche Aufgabe vollständig erfüllt, wenn sie die jetzige Ordnung der Dinge zurückverfolgt haben wird bis zu dem Anfangszustande des ganzen Planetensystems als Dampfmasse, meinetwegen sogar noch weiter, so wird sie damit dieses Problem immer noch nicht gelöst, sondern eben nur in einen früheren Zustand der Dinge zurückverlegt haben. Die ursprüngliche Stellung der Atome ist eine solche gewesen, dass aus ihr alle späteren nothwendig hervorgehen mussten. Wenn der alte Materialismus von zufälligen Wirbelbewegungen der Atome redete, aus deren Verflechtungen alle Dinge hervorgegangen seien, so ist dies eben keine naturwissenschaftliche Anschauungsweise. Wer in der jetzigen Ordnung der Welt Einheit, Zusammenhang, einen Fortschritt zu dem Vollkommneren zu finden meint, und das thun auch die Monisten, muss dies alles als Folge der ursprünglich vorhandenen Ordnung gelten lassen, bei der von einem Zufall nicht die Rede sein kann. Ist jetzt die Welt eine geordnete und nicht ein Chaos, so ist sie dies in jedem ihrer früheren Zustände auch gewesen, so fordert es die Wissenschaft.

Die von der causalen Erklärung also zu irgend einem Zeitpunkte vorausgesetzte Ordnung in der Stellung der Elemente der Welt, kann man die Form derselben nennen. Zur vollen Erklärung der Welt ist die Erkenntniss dieser Form also ganz ebenso nothwendig, als die Erkenntniss der Kräfte der Elemente. Alle Versuche in der Erklärung der Welt einen dieser beiden Factoren ausschliesslich zur Geltung zu bringen, müssen nothwendig scheitern. Wie wir bei der Erklärung der Planetenbewegungen zweierlei nothwendig annehmen müssen, die Anziehungskraft der Körper und eine bestimmt

gegebene Anfangsgeschwindigkeit, aus deren Zusammenwirken die factische Bewegung erfolgt, so können wir auch jeden Zustand der Welt uns nur aus dem Zusammenwirken jener beiden Factoren ableiten: beständig wirkende Kräfte der Elemente und gegebene Anfangsstellung. Man kann bei der Erklärung des Planetensystems auch die Anfangsbewegung noch weiter zurückverfolgen, zu irgend einem Zeitpunkte muss man jedoch hier wie dort mit einem schlechthin gegebenen Zustande anfangen, dessen weitere Folgen die ferneren Entwickelungen sind.

Die Versuche der Welterklärung können sich also auf die Annahme blosser Atome, ihrer Kräfte und Bewegungsgesetze nicht beschränken; sie müssen das zweite Element — das wir das der Form nannten — in irgend einer Weise einführen. Wenn wir oben schon sagten, der antike Materialismus habe in der Erklärung der Welt seine Zuflucht zu zufälligen Wirbelbewegungen genommen, so steckte in dieser sinnlosen Annahme wenigstens die Anerkenntniss, dass ohne die Hinzunahme eines derartigen Elementes trotz aller Stoffe und Kräfte eben nichts zu Stande kommt, dass mit andern Worten irgend ein Formprinzip nothwendig ist. Geht es neueren Systemen besser? Wir brauchen wohl nur an die zufälligen Abänderungen zu erinnern.

Doch Häckel und sein Monismus will das Unmögliche möglich machen. Er proclamirt es als seine Aufgabe: das Werden der Form mechanisch zu erklären, und meint diese Quadratur des Zirkels gelöst zu haben. Das Werden der Form mechanisch erklären? Soll dies nur heissen, dass die jetzige Formwelt nothwendig aus einer früheren hervorgegangen ist, diese wieder aus einer anderen u. s. f., so hätten wir gar nichts einzuwenden, als das schon Hervorgehobene, nämlich, dass er dies thatsächlich noch nicht gezeigt hat, sondern dass dies nur das leider in noch unendlicher Ferne stehende Postulat der Wissenschaft ist. In der That aber ist dies nicht der ausschliessliche Sinn, sondern in unklarer Mischung wird damit noch ein weitergehender Gedanke verbunden. Wenn Häckel in seiner Kohlenstofftheorie z. B. den Grund der Lebenserscheinungen in physikalisch-chemischen Kräften gefunden zu haben glaubt, oder die höheren Lebensformen von den niederen, schliesslich aus dem Urschleim ableitet, so ist der Nebensinn immer der, dass das Geformte aus dem Ungeformten — oder wie er sagt Formlosen — hervorgegangen sei; und gerade darin erblickt er das Kennzeichen einer Erklärung und erblicken wir den Widersinn.

Wenn der Materialismus von der Ewigkeit des Stoffes und der Ewigkeit der Kraft redet, so hat er darin vollständig Recht; er vergisst dabei nur, dass wir in dem oben entwickelten Sinne jedoch auch die Ewigkeit der Form hinzuzunehmen haben. Wie eine Kraft nicht entsteht, sondern alle Kräfte immer nur Modificationen,

immer andere Erscheinungsweisen derselben sind, so entsteht auch nicht die Form aus dem Formlosen, sondern entwickelt sich Form aus Form als neue Modification — hinauf bis zu dem Urnebel, den wir uns häufig nur formlos denken, weil wir von der Stellung der Elemente absehen, die so gewesen sein muss, dass sich alles Folgende entwickeln musste. Die jetzige Formwelt, die Lebewesen eingeschlossen, ist damit nicht erklärt, sondern, indem das Problem nur auf jenen frühern Zeitpunkt zurückgeschoben ist, ist es nur um so auffallender und wunderbarer geworden. Dieser Urnebel ist dann der Weltembryo, der den Schatz aller folgenden Wahrheiten — aber auch aller unserer Probleme schon enthält.

Wenn aber der Monismus erklären sollte, so, wie wir es annehmen, sei die Sache von ihm auch gar nicht gemeint; er wolle nicht das absolute Werden der Form, sondern nur ihre Umwandlungen erklären, so ist davon nur so viel richtig, dass er sich das Problem überhaupt nicht scharf gestellt hat; sonst könnte er von einem mechanischen Werden der Form so wenig reden, wie er von einem Werden des Stoffes und der Kräfte redet. Dass er aber doch diesen Widersinn hegt, ist unzweifelhaft; unter einseitiger Betonung des einen Elementes der Wirklichkeit verficht er wie der Materialismus ja den Satz, dass die ganze Welt das Product des Stoffes, seiner Kräfte und Bewegungen ist.

Haben wir Recht und ist die Form zur Welterklärung so nothwendig, wie der Stoff und die Kräfte, und ist das eine Element auf das andere nicht zurückzuführen, so erhellt, dass man in der Betrachtung der Welt auch dieses zweite Element an ihr isoliren kann; dass dies dann aber natürlich eben so eine Abstraction von der vollen Wirklichkeit ist, wie es eine ist, wenn man nur den Stoff und seine Kräfte — unter Abstraction von der schlechthin gegebenen Anordnung der Elemente — als das die Welt Constituirende erklärt. Man kann beide Abstractionen der Wirklichkeit hypostasiren, dann erhält man auf der einen Seite den formlos gedachten Stoff der Materialisten, auf der andern die „ewigen Urformen der Dinge, die platonischen Musterbilder“ u. dgl. Wir lehnen beides ab, weil wir wissen, dass nur unser isolirendes Verfahren beide Seiten an der vollen Wirklichkeit unterscheidet; halten andererseits jedoch fest, dass wieder nur durch solche Abstraction uns ein klares Erfassen möglich ist. Nennt man nun das Zurückführen aller Erscheinungen der Welt auf die Atome, ihre Kräfte und Bewegungsgesetze — ein Zurückführen, welches, wie wir gesehen haben, die eigenthümliche und nothwendige Methode der Naturwissenschaft ist — die Erklärung aus den wirkenden Ursachen; so hat man andererseits in dem, was die Naturwissenschaft voraussetzt, in der schlechthin gegebenen ursprünglichen Anordnung nämlich, thatsächlich das Formprincip oder die verketzerte *causa formalis* aller Erscheinungen.

Wenn wir es also abgelehnt haben, in die Naturwissenschaft formale Principien einzuführen, — wie diese sich auch nennen — so treibt uns dazu derselbe Beweggrund, aus dem wir es auch ablehnen müssen, in der Mathematik empirische Verfahren oder Beweisgründe anzuwenden. Die Naturwissenschaft kennt das Formprincip nur in der Gestalt einer uranfänglichen Ordnung. Wenn einzelne Forscher also von inneren richtenden Kräften reden, welche in die Erscheinung treten, so haben sie wohl Recht, aber haben damit nur den vorläufigen Ausdruck für ein zu lösendes Problem gegeben. Ihre allerdings unendlich schwierige, vielleicht unmögliche Aufgabe wäre es, diese sogenannten inneren richtenden Kräfte abzuleiten aus der Stellung und Anordnung der kraftbegabten Elemente. In dieser Beziehung sind wir also strenge Monisten. Die Naturwissenschaft soll ihr Princip ausschliesslich verfolgen, wie die Mathematik das ihrige. — Wenn wir aber andererseits über die Naturwissenschaft hinausgehen und die Welt selbst erklären wollen, dann haben wir wieder alles das, wovon die einzelnen Wissenschaften in nothwendiger Einseitigkeit abstrahirt haben, zu sammeln; dann werden wir die ursprüngliche Voraussetzung aller Erklärungen der Naturwissenschaft in ihrer vollen Bedeutung zu würdigen haben.

Ich fasse das Ergebniss unserer Betrachtung so zusammen: das, wovon die Naturwissenschaft auf ihrem Gebiete mit Recht abstrahirt, leugnet der Monismus; so gelangt er von dem Satze, dass die Naturwissenschaft es nur mit wirkenden Ursachen zu thun habe, zu dem, es giebt nur wirkende Ursachen. Auf diesem täuschenden Grunde ist sein ganzes Lehrgebäude errichtet.

5. Ist unsere Auffassung von dem Ziele, wie der Methode der Naturwissenschaft richtig, ergiebt sich von selbst, was wir von ihr für den Zweck einer einheitlichen Weltanschauung zu erwarten haben. Will die Naturwissenschaft als solche nicht mehr Ursprung und Wesen der Dinge ergründen, sondern liegt ihr characteristisches Merkmal gerade darin, dass sie auf diese volle Erkenntniss verzichtet und statt derselben nur ein einziges berechtigtes Erklärungsprincip mit rücksichtsloser Consequenz in die Welt der Dinge hinein verfolgt, so ist ganz selbstverständlich, dass sie uns eben nur die Welt der Dinge von einer Seite zeigen kann. Jede Weltanschauung, die eine Ansicht über das Wesen der Dinge selbst aufstellen will, wird ihr Princip nun so fassen müssen, dass aus ihm auch jene Seite sich ableiten lässt — wenn nicht, hat die Naturwissenschaft ein Recht, Widerspruch zu erheben, und so weit reicht ihr berechtigter Einfluss; — aber aus der einseitigen Betrachtung der Naturwissenschaft allein eine Weltanschauung ableiten zu wollen, ist ein ganz vergebliches Unterfangen.

Wir sehen mit andern Worten in der Naturwissenschaft nicht die Wissenschaft, sondern nur eine zu einem bestimmten Zwecke

mit vollkommenem Rechte einseitig ausgebildete Methode der Wissenschaft. Die Behauptung, dass aus der Naturwissenschaft nicht eine allseitige Betrachtung der Dinge sich ergebe, ist so wenig eine Anklage gegen die Naturwissenschaft, als es eine Anklage gegen das Auge ist, dass es nicht zugleich fühlt oder hört. Wir meinen in der That, dass der menschliche Geist hier nur selbstthätig so verfährt, wie es ihm die Mutter Natur auf ihrem Gebiete vorgemacht hat. Wie das specielle Sinnesorgan sich nur dadurch ausbildet, dass es sich aus der allgemeinen Sinnesfunction herausdifferencirt, so gelangt auch die menschliche Geistesthätigkeit nur dadurch zu grösserer Schärfe und Klarheit, dass sie sich zu einem bestimmten Zwecke specialisirt. Wer in dieser Arbeitstheilung mit Recht einen Fortschritt sieht, muss andererseits die Beschränkung der Aufgabe für dieses Organ mit in den Kauf nehmen, sonst weiss er nicht, was er will. Wie in Folge des eigenen Principes also das specielle Sinnesorgan, das Auge z. B. dann trotz aller Schärfe und Klarheit immer nur die Welt des Auges uns erschliessen kann, so giebt ihrem eigenen Wesen nach die Naturwissenschaft uns immer nur — nicht die Welt, sondern die Welt ihres Principes d. h. die Welt, soweit sie uns unter dem Gesichtspunkte des Mechanismus erscheint. Darüber kann sie — und wenn sie sich noch so weit ausdehnt — nicht hinaus, und die Erwartung, dass dies bei weiterem Fortschritte anders werden sollte, die Erwartung, dass die Ströme der Naturwissenschaften sich zu dem Meere einer neuen Weltanschauung vereinigen werden, ist ganz thöricht.

Grade aber, weil das menschliche Erkennen nur durch solches Isoliren zur Klarheit und Bestimmtheit gelangen kann, erhellt, dass es andererseits noch einer grade entgegengesetzten Thätigkeitsweise bedarf. Die isolirt gewonnenen Erkenntnisse müssen wieder in Verbindung gesetzt werden; und um dieses Vereinigen oder in Verbindung setzen, handelt es sich, wenn nun von einer einheitlichen Weltanschauung die Rede ist. Die Arbeit fängt hier grade da an, wo die Arbeit und Methode der Naturwissenschaft aufhört. Auch hier hat nach meiner Ueberzeugung uns die Mutter Natur den Gang vorgezeichnet, und haben wir nur mit Bewusstsein denselben Weg zu verfolgen, den sie auf ihrem Gebiete einschlägt. Die Empfindungen, welche Auge, Ohr, Gefühl uns völlig isolirt liefern, vereinigen wir erst selbstthätig — wenn auch unbewusst — zu der Anschauung der Aussenwelt; ohne diese Selbstthätigkeit, die ganz Neues schafft, giebt es überhaupt keine sinnliche Anschauung; und so haben wir bei den bewussten Geistesoperationen auch zu verfahren d. h. aus den specifischen Ergebnissen der isolirenden Geistesarbeit bauen wir uns nur durch Selbstthätigkeit unsere geistige Weltanschauung auf. Wenn nicht das Meer, so doch den Quell der einheitlichen Weltanschauung tragen wir in unserem eigenen

Geiste; ist er hier versiegt, helfen uns alle Naturwissenschaften zusammen nichts. Das Evangelium taucht nicht aus dem Meere der Wissenschaften auf, die frohe Botschaft geht von Geist zu Geist.

Was treibt uns aber überhaupt an, eine einheitliche Weltanschauung zu erstreben und warum beruhigen wir uns nicht bei den isolirten Ergebnissen der einzelnen Wissenschaften? Was uns antreibt? Unser geistiges Wesen selbst. Was soll ein noch so gutes Auge einem Organismus, der es nicht zu nutzen weiss und was soll uns alle diese Erkenntniss der Ordnung der Welt, alle diese herrliche Genauigkeit und Zuverlässigkeit unseres Wissens, wenn sie nichts als eine passive Abspiegelung der Aussenwelt ist? Wir sind eben lebendig strebende und uns regende Wesen und als solche bringen wir und müssen wir alles, was wir erkennen, in Verbindung bringen mit unserem eigenen geistigen Wesen und seinen Zielen, es uns als Anregung zur Förderung oder zur Gegenwirkung dienen lassen; müssen wir, wie Zöllner sagt, die Arbeit des Kopfes in Verbindung setzen mit dem Pulsschlag des Herzens. Und so philosophirt und speculirt auch jeder Mensch und trägt seine eigene Weltanschauung mit sich herum, auch wenn er sie nicht immer in klare Begriffe zu bringen weiss. Sollte dies wirklich ausnahmsweise einmal nicht der Fall sein, so wäre es — falls es überhaupt denkbar ist, — nur das Zeichen gänzlicher, geistiger Verkümmerung oder Stumpfsinnigkeit.

So wenig sich in der That ein Thier damit begnügt, die Natur nur anzustarren, so wenig können wir uns auf dem geistigen Gebiete damit beruhigen, eine überhaupt nur mechanisch geordnete Welt vor uns zu sehen. Gegenüber dieser blossen, uns fremden Ordnung regt sich unser lebendiger Geist und will wissen, was diese ganze Natur, deren Zustände wir uns in der Wissenschaft auseinander abzuleiten gelernt haben, denn selbst ist; denn erst von der Beantwortung dieser Frage und nicht von der der Naturwissenschaft, hängt ab, welche Stellung und Aufgabe uns selbst in diesem Ganzen der Natur zukommt.

Nicht also das haben wir dem Monismus vorzuwerfen, dass er thatsächlich über die Naturwissenschaft hinausgeht; denn dies muss er, wenn er überhaupt von den bedingten Erkenntnissen der Wissenschaft zu einer einheitlichen Weltanschauung gelangen will. Wir werfen ihm im Gegentheil vor, dass er sich darüber nicht klar bewusst ist, wo und wie er über die bloss ableitende Wissenschaft in seinen Urtheilen hinausgeht; und werfen ihm weiter vor, dass er in Folge dieses Mangels bei diesem Hinausgehen ganz willkürlich verfährt.

Ist es denn wirklich so sehr in unser Belieben gestellt, wie wir zu verfahren haben, und kann ein jeder auf diesem Gebiete der sogenannten Speculation uns irgend welche Einfälle über die

höchsten Dinge zum Besten geben? Oder haben wir auch hier ei Maasstab der Beurtheilung?

Wir sehen in den Aussprüchen des Monismus nichts als sol willkürlichen Einfälle. Weil es ihm so gut dünkt, verwandelt er bedingten, unter ganz bestimmten Voraussetzungen geltenden Urthe der Wissenschaft in unbedingte Urtheile, die Sätze, welche nur gü sind für die Ableitung der Erscheinungen auseinander in Sätze ü das dadurch gänzlich unerklärte Wesen der Dinge selbst; so werd ihm die Atome und ihre Kräfte nicht Hülfsmittel der Erkläru sondern absolute Prinsipien des Werdens. Und sein Unternehm wird dadurch nicht besser, dass er selbst gar nicht weiss, dass eine solche Umbildung mit den naturwissenschaftlichen Kategori unternimmt.

Demgegenüber halten wir fest, dass die Weise, wie wir üb die Naturwissenschaft zu einer Weltanschauung hinauszugehen habe gar nicht so beliebigem Ermessen anheim gegeben ist. Man mu nur überhaupt wissen, um was es sich handelt und welches Z erreicht werden soll.

Wir haben das, was erreicht werden soll, in dem Obigen kur so bezeichnet: „Die isolirten Erklärungsprincipien der Wissenschafte sollen zu einer Einheit verbunden werden. Um dieses Vereinige handelt es sich, wenn von einer einheitlichen Weltanschauung di Rede ist."

Nun wird sich später zeigen, dass wir noch ganz ander Principien, von denen bisher in unseren Betrachtungen noch g nicht die Rede war, gleichfalls berücksichtigen müssen, wenn w nicht eine ganz einseitige Weltanschauung entwerfen wollen; abe davon für jetzt noch abgesehen, kann es sich auf dem vorliegende Gebiete nur darum handeln, die beiden Principien, zu denen d erklärende Naturwissenschaft gelangt war, in einer Anschauung v der Natur zu vereinigen. Diese beiden letzten, auf einander u mittelbaren nicht zurückführbaren Principien waren die Ato mit ihren Kräften und Bewegungsgesetzen auf der einen, ei ursprünglich gegebene Anordnung dieser Atome als Formprin auf der andern Seite. Von der Naturwissenschaft zu einer We anschauung fortgehen, heisst daher grade, diese beiden Principien od mit andern Worten Mechanismus und Teleologie zu einen, oder d wovon die Naturwissenschaft bei ihrer Methode mit Recht abst hirte, wieder in das volle Weltbild aufzunehmen.

Verfolgt man diesen Zweck nicht, so ist überhaupt ni erfindlich, wie man zu einer einheitlichen Weltanschauung gelan will. Man müsste denn den Wahn hegen, aus einer blossen straction von den Dingen rückwärts die Dinge selbst erklären können. Es bleibt nur dieser Wahn übrig, oder, — wenn man es v zieht — das Nichtwissen oder Nichtwissenwollen, dass die Na wissenschaft nur solche abstracten Erkenntnisse giebt.

Von diesem Standpunkte aus ist nach meiner Ansicht der Monismus als Weltanschauung — nicht der Monismus, sofern er sich mit mechanischer Betrachtung der Dinge verwechselt — zu beurtheilen. Wenn er nun grade als sein Ziel ausspricht, die Teleologie aus der Weltanschauung zu verbannen, ohne dass er irgend einen Versuch macht, dafür in einer andern Anschauung z. B. in einer allumfassenden Substanz das Princip der Einheit für die Vielheit der beziehungslosen Elemente zu suchen, — so heisst das nichts anders als die Aufgabe der Vereinigung zweier Principien dadurch zu lösen, dass man das eine hinwegstreicht. Dass ist allerdings ein höchst einfacher Process. Monistisch ist das Verfahren, aber nicht die Weltanschauung. Es kann sich daraus gar keine Weltanschauung ergeben, weder eine monistische noch dualistische. Wenn ein derartiger Versuch doch wie eine Art Weltanschauung aussieht, so geschieht dies nur dadurch, weil — wie wir in unserer Kritik gesehen haben — allerhand Zuthaten stillschweigend und ohne alle Berechtigung beigegeben werden, Zuthaten, welche mit dem proclamirten Principe in gar keinem Zusammenhange stehen.

In dieser Beziehung steht der Monismus uns durchaus unter seinem Gegner, dem sogenannten Dualismus. Der Dualismus hat beide Principien vor sich, weiss nur nicht, wie er sie zusammenbringen soll; dieser Monismus rühmt sich, dass er nur ein Princip hat, aber einfach deswegen, weil er das andere über Bord geworfen hat. So lange aber, als die Naturwissenschaft noch nicht — ich möchte sagen — über ihren eigenen Schatten zu springen gelernt haben wird, wird es ihr unmöglich sein, aus der Vielheit der Elemente die für die Weltanschauung nothwendige Einheit der Zusammensetzung herauszubekommen.

Der Dualismus sieht wenigstens ein, dass man mit den blossen Elementen und ihren Kräften und Bewegungsgesetzen nicht zu einer Weltanschauung gelangen kann und dass es des Principes der Einheit auch bedarf. Wenn er nun meint, die in der Welt vorhandene Ordnung weise deutlich hin und sei nur erklärbar durch die Annahme eines mit Bewusstsein und Willen schaffenden Urgrundes der Welt, welcher, wie er den Elementen selbst ihre Kräfte verliehen, so auch die erste Ordnung zwischen ihnen gestiftet habe und noch weiter stetig erhalte; — so glaubt sich der Monismus berechtigt, diese Anschauung einer wirkenden Gottheit als Aberglauben verspotten zu dürfen; — was ist denn aber seine Annahme, diese Schwärmerei für die todten Stoffe als die factischen Träger und letzten Elemente aller Wirklichkeit? Diese Stoffanbetung ist nichts als Fetischismus, gekleidet in das erborgte Gewand der wissenschaftlichen Betrachtung, die mit diesem Aberglauben gar nichts zu schaffen hat. Er ist und bleibt eine blosse Privatliebhaberei einzelner Forscher, die nicht noch versuchen sollen, ihn unter dem Namen der Wissenschaft anderen aufzudrängen.

Wir stimmen im Gegentheil dem Dualismus in der Ueberzeugung voll zu, dass sich aus dem blossen Spiele der Elemente die thatsächliche Welt nicht ableiten lässt; wir sind mit ihm der Ueberzeugung, es sei noch eher möglich anzunehmen, dass aus den 24 Buchstaben des Alphabetes sich die homerischen Gedichte von selbst zusammengefügt haben, als dass diese physikalisch-chemischen Elemente als ungeordnete, beziehungslose, als — ich möchte sagen — eine Summe kleiner Gottheiten gedacht, wie sie der Monismus denkt, sich von selbst zu dem Bilde der Welt zusammengefügt haben; wir erkennen ferner an dem Dualismus an, dass er auf ein geistiges Princip d. h. auf das Höchste, nicht auf das Niedrigste ausgeht. Sein Fehler liegt darin, dass er diese Idee durch die blosse Naturbetrachtung glaubt begründen zu können. Diese Begründung scheint uns nicht nur vergeblich, sondern gradezu gefährlich. Wir gelangten dann und müssen gelangen zu einem Urgrunde der Natur, an dem wir das grade nicht haben, was wir für unser eigenes Leben und Streben, der — wie wir gesehen haben — geheimen Triebfeder der ganzen Anschauungsweise eigentlich haben wollen. Der Fehler liegt aber weiter darin, dass man aus diesem obersten Principe nicht jene beiden Seiten des Problemes, die man vereinigen wollte, ableiten kann. Gesetzt auch die Ordnung der Welt sei durch diese Annahme zufriedenstellend erklärt, so bleibt doch die Welt der Stoffe dem obersten Willen, der obersten Intelligenz fremd und unabhängig gegenüber. Das Wirken der Intelligenz wird dadurch zu einem blossen Arbeiten an dem für sich schon wirkungsfähig vorausgesetzten Stoffe; mit andern Worten dieses Wirken erscheint ungehörig vermenschlicht. Wir Menschen sind darauf angewiesen, einen uns gegenüberstehenden Stoff in neue Formen und Verbindungen zu bringen und so spottet der Monismus nicht ohne Berechtigung, dass sich der Dualismus dies höchste Wirken nach dieser Analogie gleichsam wie das des Uhrmachers denke, welcher erst die Räder zu feilen, das Werk zusammen zu setzen und ab und zu — um es im Gange zu erhalten — auch die Gewichte aufzuziehen oder die Feder zu spannen habe.

Diesen eigentlichen Denkfehler des Dualismus, dass seinem Principe die Welt der Stoffe gänzlich fremd gegenüber bleibt, macht der Monismus aber dadurch wett, dass er aus seinem Principe die Ordnung und Einheit gar nicht ableitet. Ich wüsste daher nicht, was er sich seinem Gegner gegenüber zu rühmen hat.

Dem Monismus sowohl wie Dualismus gegenüber halten wir fest, dass wir uns Mechanismus sowohl wie Teleologie in dem Grunde der Natur als geeint zu denken haben. Ja Natur ist uns diese Einheit beider Principien; einen andern Begriff von ihr vermögen wir wenigstens, so lange wir bei diesen Betrachtungen stehen bleiben, nicht aufzustellen. Eine Berechtigung hier schon diesen Grund als geistigen zu fassen, haben wir noch nicht. Wir haben

aber andererseits nicht erst nöthig, beide Principien zu einem Begriffe zusammenzusetzen, nachdem wir dazulegen gesucht haben, dass jene beiden Principien nur durch unser isolirendes Verstandesverfahren an der Natur unterschieden worden sind. Das, was man sonst unter Natur versteht: die Summe der mit Kräften begabten Elemente und ihrer allgemeinen Bewegungsgesetze tritt uns so nur in das richtige Verhältniss als eine Abstraction von diesem vollen Naturbegriffe zurück. Was wir darnach hier in unserer Weltanschauung unter Natur verstehen und was die abstrahirende Naturwissenschaft unter Natur versteht, deckt sich gar nicht und kann und soll sich gar nicht decken.

Daraus, dass man diese beiden Begriffe, diesen vollen und den in der Wissenschaft davon abstrahirten, durcheinander wirft, entstehen die verkehrtesten Urtheile und Schlussfolgerungen. Wenn man z. B. betont, dass wir Menschen, wie alle Wesen aus der Natur hervorgegangen sind, so antworten wir: Ganz richtig, nur ist für Natur hier nicht jene Abstraction der blossen Elemente und Bewegungsgesetze zu setzen. Dass diese uns, wie die ganze Welt, geschaffen haben, ist eine Annahme, gegen welche jede andere Schöpfungstheorie, selbst die der Schöpfung aus Nichts, unserem Verstande ein blosses Kinderspiel zumuthet. Nehme ich aber Natur in jenem vollen Sinne, wie es zu nehmen ist, wenn es sich um die wirkliche Entstehung, den Grund der Existenz, nicht um die blosse Ableitung des Entwickelungsherganges handelt, dann ist der Satz, dass wir aus der Natur hervorgegangen sind, wieder selbstverständlich. Unsere Existenz wird dadurch nur auf den Grund aller Dinge zurückgeführt, in dem wir natürlich auch begründet sind und gern begründet sein wollen.

Auf diese Weise kann ich mir auch nur die verkehrten Urtheile nicht nur der Monisten, sondern vieler Naturforscher über die Aufgabe der Naturphilosophie erklären. Sie legen immer ihren abstracten Naturbegriff unter, um den es sich gar nicht handelt. Freilich ist zuzugestehen, dass man auch auf der andern Seite sich von dieser Verwechselung nicht immer fern gehalten hat. Bei der Ausbildung beider Begriffe folgen wir in der That aber, wie wir darzulegen gesucht haben, grade entgegengesetzten Bedürfnissen unseres Erkennens.

In Folge dieser Verwechselung der gestellten Aufgabe glaubt Häckel z. B. es für einen Rückfall in scholastische Vorstellungen ansehen zu müssen, wenn Kant, welcher so kräftig das Recht der mechanischen Forschung selbst auf dem organischen Gebiete betonte, welcher den Gedanken der Descendenz, wie Häckel selbst sagt, mit musterhafter Klarheit ausgesprochen hat, doch fortfahren konnte: „aber gleichwohl müsse der Naturforscher zu diesem Zwecke der allgemeinen Mutter eine auf alle diese Geschöpfe zweckmässig gestellte Organisation beilegen.“ Er übersieht, dass die Aufgabe hier nicht ist, den Entwickelungshergang zu beschreiben, bei dem bloss

mechanisch zu verfahren ist, sondern eine Ansicht über die Bedingungen zu fassen, unter denen dieser ganze Entwickelungsgang selbst nur möglich ist; und dass wir dann — wenn wir richtig denken wollen — das, wovon wir bei jener abstracten Erklärung abgesehen haben, unbedingt wieder aufnehmen müssen.

Wird — wie es in dem Streite über den Darwinismus geschieht — daher die alte Frage wieder aufgeworfen, schreiten die Thiere, weil sie Kniee haben — oder haben sie Kniee um schreiten zu können, sehen sie, weil sie Augen haben oder haben sie Augen, um sehen zu können u. s. w. so erklären wir die ganze Frage für verkehrt. Man denkt sich — sonst hat die Frage überhaupt keinen Sinn — Seiten an der Natur verselbständigt, welche in der That nur durch unser abstrahirendes Denkverfahren unterschieden werden. Die ableitende Naturwissenschaft selbst hat mit diesen Erklärungen nichts zu schaffen, weder mit der einen, noch mit der andern.

Wozu sind wir also diesen einseitigen Betrachtungen gegenüber gelangt? Wir verlangen für unsere Weltanschauung ausnahmslosen Mechanismus, wie ausnahmslose Teleologie. Wir halten es nur für ein aus der dargelegten Verwechselung hervorgehendes Missverständniss, wenn man glaubt, beide schliessen einander aus, während in der That nie das eine ohne das andere sein kann. Was uns in der Natur gegenübertritt, ist nicht Formloses, sondern Geformtes, die Natur ein geordnetes Reich der Dinge. Wäre es nicht so, könnten wir die Natur überhaupt gar nicht auffassen, geschweige sie erklären. In diesem Gedanken aber, dass nichts die Folge eines isolirt gedachten Naturmechanismus, nichts die Folge einer blossen Vielheit zusammengetretener, beziehungsloser Elemente ist, hat die Teleologie ihre bleibende und unumstössliche Berechtigung. Die Vorstellung eines blossen mechanischen Geschehens, oder, wie Kant es ausdrückt, einer Autokratie der Materie, ist eben nichts als eine Abstraction; verselbständigt man dieselbe, so hat sie gar keine Bedeutung. In diesem Sinne aufgefasst — und so ist es aufzufassen, — hat Kant trotz Darwin und Häckel auch heute noch Recht, wenn er die Entstehung auch nur eines Grashalmes aus dem blossen Mechanismus der Natur für unmöglich erklärt.

Aber grade weil wir zu der Erklärung jeder Erscheinung beide Principien gebrauchen, Mechanismus wie Teleologie ausnahmslos gelten lassen, können wir uns nicht — und müssen dies ausdrücklich hervorheben, — mit der Kantischen Begründung für einverstanden erklären. Kant leitet die Berechtigung der Annahme des zweiten Erklärungsprincipes d. h. der Teleologie zu ausschliesslich aus der Betrachtung der organischen Natur ab. Dem gegenüber haben wir von vornherein die Berechtigung auch dieses Principes auf die gesammte Natur ausgedehnt. Wir können nur anerkennen, dass die Unmöglichkeit, sich bei dem blossen Mechanismus zu beruhigen, bei der Betrachtung der organischen Erscheinungen überzeugender hervo-

tritt. Bei einem organischen Wesen haben wir — ich möchte sagen — ein mehr vergleichsweise Ganzes vor uns; bei der Betrachtung eines Theiles der sogenannten anorganischen Natur können wir leichter davon abstrahiren, dass es eben nur ein Theil des Ganzen ist; und so sehen wir hier über den andern Factor der Erklärung leichter hinweg.

Der Unterschied in diesen Fassungsweisen ist erheblich genug. Will man nicht nur den Kantischen Gedanken, sondern auch seine Begründung noch festhalten, so gelangt man mit ihm zu zwei verschiedenen Gesetzen der Naturerklärung, zu allgemeinen und zu speciellen d. h. nur für die Organismen gültigen und sich in ihnen bethätigenden. Man sieht dann in den Organismen z. B. treibende Kräfte zum Vorschein kommen, die nach festen Zielpunkten eines bestimmten Wirkens und Thuns hinarbeiten; man versucht dann auch der Lebenskraft noch eine gute Bedeutung zuzuerkennen u. s. w. (s. Bona Meyer). Ich halte es nicht für einen glücklichen Gedanken, diesem Wege zu folgen. Die Naturwissenschaft wenigstens wird nach meiner Ueberzeugung gegen dieses Hineintragen specieller Gesetze in die allgemeinen entschiedenen Widerspruch erheben müssen.

Für Kant selbst ist diese Fassung seines Gedankens nur die Folge seiner erkenntniss-theoretischen Voraussetzungen. Er muss von dem einmal angenommenen Standpunkte aus zwischen allgemeinen und besonderen Gesetzen unterscheiden. Mir scheint dies dagegen grade ein Hinweis zu sein, nach welcher Richtung hin man auch auf dem erkenntnisstheoretischen Gebiete den Kantischen Grundgedanken umzubilden habe. Man muss eben, wenn man diesen Zwiespalt vermeiden will, den Begriff der Kategorie von vornherein erweitern, so dass die Einheit, welche in ihr gedacht wird, nicht blos die mathematische und mechanische ist.

Wenn daher Kant nach dem obigen Citate fortfährt: „man könne sich nicht anmaassen, die Erzeugung des Thier- und Pflanzenreiches von der Bedingung der Endursachen unabhängig gemacht zu haben," so setzen wir hinzu, gewiss nicht, und ebensowenig die Entstehung irgend eines Dinges oder dieser ganzen Summe der Dinge von der ersten rotirenden Dampfmasse an bis herab zu allen folgenden Umbildungen. Immer und nicht blos in der Beurtheilung der organisirten Wesen haben wir eine ursprüngliche Anordnung schon zum Grunde zu legen; nur durch diese Anordnung gelangt der Mechanismus selbst dazu, andere Formen hervorzubringen oder vorhandene weiter zu entwickeln.

Mit dieser Fassung des Verhältnisses zwischen Mechanismus und Teleologie, in der wir nur die Consequenzen der Naturwissenschaft selbst gezogen haben, nicht, indem wir einfach auf ihrem Wege und in ihrer Methode, die Dinge zu betrachten, weiter gingen; sondern indem wir das wieder aufnahmen, was sie still-

schweigend voraussetzt; — in der Ueberzeugung, dass dies grade unsere Aufgabe ist, wenn wir auf eine Weltanschauung ausgehen; — ich sage, mit dieser Fassung des Verhältnisses zwischen Mechanismus und Teleologie will man sich häufig nicht begnügen. Man findet hierbei das nicht, was bei dem Streite zwischen Mechanismus und Teleologie sonst in den Vordergrund tritt. Wir haben bisher nur von der Ordnung der Dinge gesprochen und dieses Princip der Anordnung ein teleologisches genannt, allerdings indem wir diesem Worte einen Sinn gaben, der nicht der gewöhnlich damit verknüpfte ist. Wir sind jedoch der Ueberzeugung, dass der Sinn, den wir diesem Ausdrucke gegeben haben, grade der ist, der ihm auf diesem Untersuchungsgebiete allein gebührt. Dies schliesst nicht aus, dass wir — wenn wir zu anderen Problemen übergehen, — den Begriff dieser Function und damit unsere Anschauung von dem Urgrunde der Natur genauer zu bestimmen haben.

Wenn man demgegenüber hier auf dem Naturgebiete nicht nur von einer als Erklärungsprincip anzunehmenden Anordnung, sondern weitergehend von Zwecken, welche die Natur verfolgt, von Zielen, welche sie sich steckt, von Musterbildern, welchen sie nachahmt, von Formen, welche den Dingen vorangehen u. s. w. redet, so findet man grade in diesen Wendungen erst den vollen Begriff einer Teleologie. Selbst wenn man in diesen Anschauungen Recht hätte, sind wir doch der Ansicht, dass sie hier noch gar nicht angebracht sind, auf diesem Untersuchungsgebiete sich über ihre Berechtigung noch gar nicht ausweisen können. Dazu wären nach unserer Ueberzeugung ganz andere Ueberlegungen, ein noch viel weiteres Aufnehmen des sonst Vorausgesetzten, ein Hinausgehen über die ganze Naturanschauung nothwendig. Indem man aber diese Begriffe hier schon in den Vordergrund schiebt, ruft man nur die berechtigte Reaction auf der andern Seite hervor. Demgegenüber begnügen wir uns damit, nur so weit zu gehen, als man grade gehen muss. Ist es diesen Ansprüchen des Monismus oder Materialismus gegenüber nicht schon ein ungeheurer Gewinn, wenn man die Unmöglichkeit der Entstehung unserer selbst wie aller Dinge aus diesen von jenen hypostasirten todten Dingen und Kräften überzeugend eingesehen hat? Hätten jene mit ihrer Anschauungsweise Recht, so wäre es mit allen weitern Folgerungen schon vorbei, für die uns — falls wir die nöthige Grundlage haben — jetzt wenigstens die Bahn frei bleibt.

Was für eine Grundlage für diese weitere Ausdeutung der anzuerkennenden Ordnung will man aber hier angeben? Dies Streben weiter zu gehen, entspringt nach unserer Ueberzeugung nur aus dem Verlangen sich die Naturvorgänge zu veranschaulichen. Will ich mir von einem Vorgange, der seinem Wesen nach unbekannt ist, eine anschauliche Vorstellung bilden, so bleibt mir nur übrig, Analogien meines eigenen Wesens auf jenes Unbekannte zu über-

ıgen; denn unmittelbar verstehen wir eben nur uns selbst. Auf ese Weise verbindet man mit dem Begriffe der Ordnung den Be- iff einer Zweckbeziehung, wie sie uns nur als menschliche Thätig- itsweise bekannt ist.

Glaubt man sich hierzu berechtigt, wie will man dann dem echanismus es verwehren mit seinem Begriffe, wie er es thut, ichfalls einen solchen Nebensinn zu verknüpfen? Aus demselben eben, sich den Naturvorgang zu veranschaulichen, bildet er den griff des Mechanismus zu dem Gedanken eines Waltens sogenannter nder Kräfte um. Grade aber um diesen hier wie dort in die Begriffe r hineingelegten Nebensinn dreht sich häufig der ganze Streit ischen Mechanismus und Teleologie, ein Streit, der dann nothwendig fruchtbar bleiben muss.

Wenn der Monismus daher mit Recht hervorhebt, dass ein lches Zwecksetzen nur eine von unserem menschlichen Wirken strahirte Vorstellung ist, haben wir dann in der That nicht Recht, n vorzuwerfen, dass er ganz denselben Fehler begeht? Ist ein blindes haffen nicht eine grade so anthropomorphe Vorstellung? Wir enschen tappen zuweilen blind unter den Dingen herum, treffen ann, was wir suchen, treffen es nicht. Diese ungehörige nalogie überträgt er seinerseits auf die Natur der Dinge.

Bei dem auf dieser Basis geführten Streite sucht man nun die ntscheidung durch Betrachtungen zu geben, aus denen in der That r nichts folgt und folgen kann. Kein Wunder, dass die Sache cht vom Flecke will und der Streit endlos erscheint. So führt r Monismus mit Vorliebe an, dass einzelne Züge der Natur un- eifelhaft ein solches blindes Wirken anzudeuten scheinen. Wir rden antworten: gewiss, aber sie scheinen dies eben nur, weil r diesen verkehrten menschlichen Maasstab anlegen. Wir würden ufig allerdings anders als die Natur verfahren, oder wir würden nd verfahren, wenn wir wie sie handeln wollten. Wenn wir enschen, um einen Baum zu pflanzen, unzählige Samen ausstreuen ollten, wäre das verkehrt; wir können uns nach Belieben für das edeihen desselben die günstigsten Bedingungen aussuchen. Wenn ie Natur häufig Samen zahllos producirt und ausstreut, so ent- pricht die Fülle des Samens der Fülle der möglichen Fälle und so müssen sich auch die günstigen darunter finden; auf das Vorkommen auch dieser Fälle, würde man mit teleologischer Wendung sagen, ist eben gerechnet. Und zeigen nicht wieder andere Züge der Natur uns ein Wirken, das wir mit ganz demselben Rechte oder Unrechte — wenn wir einmal menschliche Analogien anwenden wollen — uns als bewusstes, ja als berechnetes deuten müssten? Mit derartigen Betrachtungen lässt sich die Frage also gar nicht entscheiden, sie lehren und beweisen gar nichts; und wenn die Monisten mit Recht es ablehnen, auf die Natur jene Analogie anzuwenden, welche in ihr gleichsam ein potenzirtes, menschliches Wirken zu erkennen

vermeint, so steht es mit demselben Rechte doch uns zu, auch ihre Analogie abzulehnen, nach der sie in der Natur ein — ich möchte sagen, — depotenzirtes, seiner Sinne theilweise beraubtes, d. h, blindes Schaffen zu erblicken wähnen.

Aber werden die Monisten vielleicht erklären, so ist es ja gar nicht gemeint. Wenn wir von den blinden Naturkräften reden, so soll diese Redeweise nur polemischen Sinn haben; wir wollen damit nur die Anwendung jener ungehörigen Kategorien der Dualisten auf die Natur ablehnen. Gut, werden die Gegner sagen, wenn wir von dem in der Natur waltenden Verstande reden, so ist dies auch nicht so genau wörtlich zu nehmen, wir wollen damit nur polemisch jenen Wahnsinn ablehnen, welcher vermeint, dass dieses grosse Gemälde der Welt, welches mit Licht und Schatten in wunderbarer und ergreifender Fülle und Mannigfaltigkeit sich uns darbietet, entstanden sei dadurch, dass Farben ohne Sinn und Verstand zusammengerührt wurden. Wenn beide Gegner dies als ihren eigentlichen Sinn angeben, können wir uns zufrieden erklären, nur sollen sie diese ihre Erklärung bei dem Weltbilde, welches sie von ihrem Standpunkte entwerfen, nicht immer wieder vergessen.

Wäre es dann aber nicht gerathener, den Gedanken, welchen man im Stillen hegt, auch klar auszusprechen und bestimmt zu erklären, von dieser Wirkungsweise der Natur, von der wir reden, wissen wir bestimmt nur das Eine, dass sie weder eine blinde, noch eine in menschlicher Weise bewusste ist; oder mit andern Worten, dies wunderbare Wirken der Natur, diese Einheit von Mechanismus und Teleologie hat nichts Analoges mit irgend einer Wirkungsweise, welche wir kennen; sie zeigt uns vielmehr eine durchaus unerforschliche Eigenschaft, die einfach anerkannt sein will? Wenn man dies bestimmt ausspricht, so weiss man freilich nicht zu viel, aber man befreit sich damit doch — nicht blos von dem naïven Anthropomorphismus der Dualisten, man befreit sich damit auch zugleich von dem wahnwitzigen Aberglauben der Materialisten oder Monisten und das ist doch immer schon Etwas.

Es hat an anderen Versuchen, dies Problem zu lösen, zu erkennen, was die Welt im Innersten zusammenhält, zu schauen alle Wirkungskraft und Samen, nicht gefehlt und es hiesse die ganze Geschichte der Philosophie *in nuce* vortragen, wenn wir all möglichen Lösungsversuche durchgehen wollten. Wir erkennen auch voll an, dass ein gewichtiges Vernunftinteresse uns antreibt, die Einheit, welche der Natur zu Grunde liegt und welche wir erst in rein formaler Beziehung als Einheit von Mechanismus und Teleologie gefasst haben, in materialer Weise zu ergreifen. Uns Allen und nicht blos dem Dichter wohnt der Trieb ein, nicht nur in trockenem Sinnen an der Natur auf und ab zu wandeln, sondern mit ihr zu sprechen, wie ein Geist spricht zu dem anderen Geist. „Wo fass ich Dich, unendliche Natur? Euch

Brüste wo? Ihr Quellen alles Lebens, an denen Himmel und Erde hängt, dahin die welke Brust sich drängt?“ Diese Stimme regt sich in jeder Menschenbrust, denn in jeder wohnt ein Stückchen Faust, wenn auch manchmal nur ein ganz kleines.

Wir sahen daher auch, dass selbst der Monismus diese Stimme zuweilen in sich vernahm. Wenn er sonst die Quellen alles Daseins in den Stoffen und ihren Kräften gefunden zu haben glaubt, so waren ihm selbst doch diese Quellen, diese Brüste des Daseins gar zu dürr und ging er von ihnen fort zu einem heimlichen, inneren, schwellenden Leben der Natur; dann strebte auch er von der Welt mit Gläsern, Büchsen rings umstellt, mit Instrumenten vollgepfropft, von Thiergeripp und Todtenbein hin zu der lebendigen Natur, da Gott den Menschen schuf hinein.

Will dieses Streben aber, diese innere Einheit der Natur zu erfassen, sich einen verständlichen Ausdruck geben, so knüpft es gleichfalls wieder an menschliche Analogien an. Man wählt dazu Zustände in uns, die weder in dem hellen Lichte des Verstandes liegen, noch unserem Bewusstsein völlig entrückt sind. In der poetischen Begeisterung schaffen wir weder bewusst verstandesmässig, noch völlig blind und unbewusst. Damit setzt man die Natur jetzt in Analogie und erklärt, die Natur wirkt zwar nicht bewusst, aber doch wie bewusst; dann tritt das Bewusst-Unbewusste hervor, betont man das Instinktartige, spricht man von Zielstrebigkeit in ihr und erklärt mit Bär: „die Natur wirkt genial, instinktartig wie ein Künstler!“

Auch diese Betrachtungsweise hebt wieder Züge der Natur hervor, welche wir uns auf diese Weise verdeutlichen können, aber auch nur verdeutlichen können. Die ganze Natur liegt eben wie ein grosses Gemälde vor uns, das sich von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachten lässt. Der Eine findet seine Aufgabe in der Klarlegung des technischen Verfahrens, der Wahl und Wirkungsweise der Mittel, ein Anderer hebt die Harmonie in den Farben, das in Worten und Gedanken nicht zu Fassende, Grossartige der Anlage d. h. das Geniale hervor, ein dritter wieder betont, dass bei jedem Gemälde die Idee, welche der Künstler zur Darstellung bringen wollte, der Sinn, der sich in ihm ausspricht, die Hauptsache ist und bleibt; und dieser scheint uns von Allen am meisten Recht zu haben.

6. Worin liegt das Ungenügende der angeführten Lösungsversuche in der That begründet? Nach unserer Auffassung darin, dass man in dem Bestreben zu einer einheitlichen Weltanschauung zu gelangen, zu früh abschliesst. Haben wir denn selbst mit der so bereicherten Naturauffassung d. h. bei der Vereinigung von Mechanismus und Teleologie, nicht noch eine Voraussetzung gemacht, welche weiter zu untersuchen ist? Wir haben die Natur bisher als ein für sich Bestehendes genommen, wir haben davon

abgesehen, dass diese Natur nur unsere Natur, dass dieser Complex der Dinge nur vorhanden ist für den auffassenden und erkennenden Geist selbst. In dem, was uns gar nicht als ein für sich Existirendes gegeben ist, suchen wir nun Einheit, Abgeschlossenheit, Selbstgenügen und vergessen darüber die Einheit, nach deren Erfassung in der äusseren Natur wir streben, gerade dort anzuerkennen, wo sie uns als Thatsache gegenübertritt und erst einen Rückschluss auf jenes in der äusseren Natur uns Unbekannte gestattet. Wir wollten die Elemente alles Wirklichen in einer Anschauung vereinigen und haben uns noch nicht vergewissert, ob das, was wir zusammenfassen wollen, auch die Summe des Wirklichen ist.

Je weiter aber gerade die Naturwissenschaft sich ausgebildet hat, nur um so deutlicher ist geworden, dass sie immer nur einen Theil des Wirklichen umfassen kann und dass ausserhalb ihres Gesichtskreises eine Reihe von Thatsachen bleibt, die ihr völlig undurchdringlich sind. Wenn der Monismus in der Erkenntniss der äusseren Welt den ganz vergeblichen Versuch machte, die Teleologie aus unserer Weltbetrachtung zu verbannen, so ist der Versuch, die geistigen Erscheinungen auszuschliessen oder als blosse Nebenwirkung aufzufassen, um nichts hoffnungsreicher und ganz ebenso wenig in der Naturwissenschaft selbst begründet. Im Gegentheil, wie weit wir in der Naturwissenschaft auch die Bewegungen der Atome zu verfolgen gelernt haben, aus Bewegung entspringt immer nur Bewegung, aus einem physischen Bewegungszustande ein anderer. Zwischen dem letzten Zustande der Dinge, zu dem wir durch Betrachtung der Aussenwelt, indem wir die Umbildung der Bewegungen verfolgen, gelangen können d. h. zwischen den Schwingungen der Gehirnmoleküle und zwischen der Umwandlung derselben in Empfindungen gähnt eine Kluft, welche durch keine weitere Naturbetrachtung zu überbrücken ist. Wenn der Monismus daher auch zuversichtlich dekretirt: „die Seele ist eine Bewegungserscheinung“; so ist nur schlimm, dass sie dies nun und nimmermehr sein kann. Schon bei der primitivsten Thätigkeitsweise der Seele, der Empfindung, offenbart sich dies völlig deutlich. Die Welt der Farben und Töne, des Lichtes und der Wärme ist nicht eine einfache Fortsetzung der uns aus der äusseren Betrachtung her bekannten Bewegungserscheinungen der Atome, sondern steht in uns als eine totale Neuschöpfung.

Wir sagen, durch die Ausbildung der Naturwissenschaft selbst, ist dies erst völlig deutlich geworden. So lange man nämlich noch glaubte, den Dingen käme selbst Farbe, Wärme u. s. w. zu, konnte man vermeinen, rückwärts unsere Farben-, Wärmeempfindung u. s. w. aus den Dingen ableiten zu können; seitdem man diese Qualitäten in Bewegungserscheinungen aufzulösen gelernt hat, ist dies unmöglich geworden. Ein derartiger Versuch steht jetzt nicht blos in Widerspruch mit unserer philosophischen Erkenntniss, er wider-

richt der mechanischen Forschung selbst. Gerade in dem consequentesten Ausdrucke, welchen sich die mechanische Forschung gegeben hat, in dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft, liegt schon der Verzicht auf die Hereinziehung eines Innerlichen der Empfindung. Der ganze Complex aller äusseren Erscheinungen ist jetzt einheitlich zusammengefasst, der Kreis völlig geschlossen; er würde aber unterbrochen sein, wenn sich die Bewegung — wie Hobbes schon wollte und Häckel noch meint — in Empfindung umwandeln könnte. Wenn daher Häckel erklärt: „Geist und Seele sind nur höhere Potenzen derselben Function, die wir mit dem allgemeinsten Ausdrucke als Kraft bezeichnen," — so widerspricht es durchaus sowohl der Philosophie, wie der Naturwissenschaft.

Wir haben also dieses Gebiet der geistigen Erscheinungen als ausserhalb des Bereiches der Naturwissenschaft fallend einfach anzuerkennen. Diese Welt der Empfindungen ist aber weiter nicht etwas aus der Welt der Bewegungen nicht ableitbar, sondern dieser innerlichen Welt gerade kommt in vollerem Sinne als jener äusseren das Prädikat der Wirklichkeit zu. Es ist eine totale Umkehrung des wahren Verhältnisses, wenn der Monismus diese innerliche Welt als Zugabe zu der äusseren betrachten will; während diese innere Welt gerade die Welt ist, in der wir leben und während eine äussere Welt der laut- und lichtlosen Schwingungen, die man uns als die eigentliche Welt ausgiebt, nichts ist, als eine Voraussetzung, mit Hülfe deren wir uns diese unsere wirkliche Welt der Empfindungen theoretisch erklären wollen. Wenn der Monismus daher gegen die eingewurzelte Neigung declamirt, sich nicht bei dem Wirklichen zu beruhigen, sondern seine Zuflucht zu einer Welt blosser Vorstellungen zu nehmen, so trifft das gerade sein Thun; gerade er will uns diese blosse Vorstellungswelt der Atome und ihrer Schwingungen als die wahre Wirklichkeit anpreisen.

Auf dieses von der äusseren Welt also total verschiedene Gebiet der geistigen Erscheinungen hat man aber, um es in seiner Eigenthümlichkeit zu verstehen, auch ganz verschiedene Erklärungsprincipien anzuwenden. Wie sehr uns das Vordringen der naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise auch daran gewöhnt hat, zu glauben, dass ihre Grundvorstellungen überall anwendbar sind, dieser Glaube ist nichts als ein weitverbreiteter Aberglaube. Bei der Erforschung der Wirkungsweise der Seelenthätigkeiten betreten wir ein Gebiet, bei dem uns alle gewohnten Analogien der Erfahrung völlig verlassen. Dies tritt um so deutlicher hervor, je eingehender man sich mit diesem Gebiete beschäftigt, je mehr man nicht blos gelegentlich und abschweifend seine Gedanken darauf richtet. So zuversichtlich auch die Versuche auftreten, die Thätigkeitsweisen der Seele in ähnlicher Weisse wie die complicirten Naturvorgänge durch Combination von Wirkungen, Zusammensetzung von Einzelnen u. s. w. zu erklären, so ungenügend müssen diese Ver-

suche doch im Grunde bleiben, wenigstens wird man auf diese Weise nie das erreichen, was man gewinnen will, die Einheit des Bewusstseins nämlich. Wenn wir bei der Naturbetrachtung mit Recht von der Vielheit der Elemente auszugehen haben, so hier umgekehrt von einer ursprünglichen Einheit. Die Erklärungsprincipien sind also auf beiden Gebieten nicht nur verschieden, sondern es scheint durchaus in der Natur der Sache, in der Art, wie wir uns dieser Wissensgebiete bemächtigen, zu liegen, wenn wir bei beiden gerade die entgegengesetzten Principien zu Grunde zu legen, genöthigt sind.

Von dieser unserer Auffassung möchten wir jedoch ein Missverständniss abwehren. Wenn wir zuerst behauptet haben, die Thätigkeitsweisen der Seele lassen sich aus den äusseren Bewegungen nicht ableiten, so leugnen wir damit den Zusammenhang, in dem dieses Gebiet mit jenem der äusseren Vorgänge steht, nicht; erkennen ihn im Gegentheil, so weit er durch die Erfahrung nachgewiesen ist, selbstverständlich an. Wir wollen nur betonen, dass man diesen Zusammenhang nicht als ein Hervorgehen zu fassen, sondern anzuerkennen habe, dass der Grund der Empfindungen in der Seele selbst liege, wie sehr auch immer die äusseren Bewegungen veranlassende Bedingungen dieser geübten Rückwirkungen sein mögen. Und zweitens. Wenn wir behaupten, dass sich die weiteren Thätigkeitsweisen der Seele nicht durch blosses Summiren der Eindrücke, Zusammensetzung der Einzelwirkungen erklären lassen, so leugnen wir damit nicht, dass auch bei den geistigen Thätigkeiten der Mechanismus eine Rolle spiele, sondern betonen nur, dass durch diese mechanischen Processe nie die Hauptsache selbst, die Einheit unseres Denkens zu gewinnen ist, sondern dass dieselbe dabei immer vorausgesetzt bleibt. Dass der blosse Vorstellungslauf auf mechanischen Gesetzen unterliegt, ist ganz unzweifelhaft; wir haben aber eben zwischen diesem blossen Vorstellungslaufe und dem Denken zu unterscheiden und sehen den Irrthum gerade darin, dass man beides mit einander verwechselt. Der Mechanismus der Associationen und Reproductionen giebt unserem Denken nur gleichsam schon verbundenen Stoff, Denkmaterial; aber gerade durch unser selbstthätiges Denken lösen wir Eindrücke, welche blos mechanisch associirt sind, von einander ab und verknüpfen das Material nach neuen, dem Denken eigenthümlichen und nur aus seiner Einheit zu begreifenden Beziehungen. Das instinctive, gewohnheitsmässige Erwarten z. B das man einzig auf diese mechanische Weise erklären kann, und das bewusste Schliessen, welches man auf dieselbe Weise erklären zu können vermeint, sind eben ihrer Natur nach total verschiedene Thätigkeitsweisen der Seele. Dem letzteren liegt als seine Voraussetzung schon das Bewusstsein eines die Dinge verknüpfenden Gesetzes zu Grunde. Die Erscheinungen werden bei ihm nicht durch eine blosse Regel, sondern

durch ein Gesetz mit einander verbunden. Die erkannten Beziehungen der Dinge bekommen auf diese Weise eine ganz andere Dignität.

Dieselben Einwände, welche wir auf diesem Gebiete der theoretischen Thätigkeitsweisen des Geistes gegen die Bestrebungen des Monismus, der darin nur dem Empirismus folgt, erheben, haben wir auch auf dem Gebiete der practischen Thätigkeitsweisen geltend zu machen. Häckel beansprucht auch auf diesem Gebiete die fundamentalsten Probleme entschieden und selbst die Frage nach der Bestimmung des Menschen, diese Frage aller Fragen, wie er selbst sagt, endgültig gelöst zu haben. Wir dagegen behaupten, dass der Monismus resp. Empirismus nicht einmal die Bedeutung dieser Frage zu erfassen fähig ist. Der blosse Begriff eines Endzieles, den wir hier aufstellen, führt uns gänzlich über die Natur hinaus, die es ganz und gar nicht mit einem Endziel zu thun hat. Er gehört ausschliesslich dem Geistesleben an, ist aber auch dessen eigentlicher Lebensnerv. Wir versetzen uns mit ihm in eine Ordnung der Dinge, die eben nicht die natürliche ist. Die empirischen Ziele werden aufgelöst und aus sich heraus stellt sich der Wille ein neues Gesetz. Trieb und Wille ist so verschieden, wie Vorstellungsassociation und Denken.

Durch all das von dem Monismus Vorgebrachte wird — um mit Kant zu reden — auf dem theoretischen Gebiete höchstens die Wahrnehmung, nicht aber die Erfahrung, auf dem practischen das empirische Handeln nicht aber die Sittlichkeit erklärt. Beides steht zu einander wie Regel und Gesetz. Wer je den Unterschied zwischen einem empirischen und mathematischen Beweise eingesehen hat, dem wird einleuchten, dass eine noch so weit ausgedehnte empirische Verification nie die Gewalt eines mathematischen Beweises ersetzen kann, sondern dass hier völlig verschiedene Geistesoperationen vorliegen. Jenen Versuchen aber, das Gesetz der Sittlichkeit aus dem empirischen Verhalten, das Gesetz des Denkens aus den Associationen der Vorstellungen abzuleiten, liegt eine ganz analoge Verwechselung zu Grunde.

Wenn daher Darwin z. B. in seiner Abstammung des Menschen es unternimmt, die Geisteskräfte des Menschen durch natürliche Züchtung zu erklären, oder wenn er das Denken der Thiere und des Menschen als wesentlich gleich voraussetzt oder die Moralität aus den socialen Instincten abzuleiten sucht; — oder wenn Häckel erklärt: „alle Erkenntniss stammt aus der sinnlichen Wahrnehmung, die sogenannte apriorische Erkenntniss ist *a posteriori* erworben, in ihrem letzten Grunde durch Erfahrung bedingt; sie erklärt sich durch Vererbung. Ursprünglich sind die Erkenntnisse *a posteriori* erfasst, und dann durch Vererbung apriorisch geworden;“ so vergessen sie nur, dass dieses sogenannte Erwerben der Sittlichkeit wie der Erkenntnisse *a posteriori* gar nicht ohne den apriorischen Factor, den man daraus erklären will, möglich ist. Wenn

aber Häckel selbst es unternimmt, eine einheitliche Weltanschauung zu entwerfen, seine Erkenntnisse einheitlich zu verknüpfen, beweist er durch sein eigenes Unternehmen die Irrigkeit seiner theoretischen Voraussetzungen; er selbst nimmt für sich stark den Apriorismus in Anspruch, den er der Menschheit im Allgemeinen abspricht. Und auch auf dem practischen Gebiete wird er sich schwerlich die Initiative seines sittlichen Urtheilens wollen rauben lassen.

Der Boden aber, auf dem derartige Anschauungen erwachsen sind und ihre eigentliche Heimathsstätte haben, ist jedem, der die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Denkens einigermassen verfolgt hat, wohl bekannt. Darwin folgt in seinen Anschauungen nur dem Zuge der ganzen englischen Philosophie und es ist in geschichts-philosophischer Hinsicht interessant zu erkennen, wie wirklich Baco, Locke, Hume die englischen Nationalphilosophen sind, und dass bei Darwin dieselben Gedanken nur in anderen Wendungen wieder hervortreten. An die Stelle der Hume'schen Gewohnheit tritt nur, indem der Nachdruck auf die Begründung des Vorganges gelegt wird, die Anpassung; die Gewohnheit beschränkt sich nicht auf das Individuum, sondern geht durch die Generationen hindurch und heisst dann Vererbung.

Wenn man gegen die Einseitigkeit derartiger Vorstellungen — zumal in der Heimath von Kant — sich noch wenden muss, so entspringt dies nur daraus, dass gegen das Studium der Entwickelungsgeschichte der Organismen das Studium einer anderen Entwickelungsgeschichte, nämlich das des menschlichen Denkens zu sehr in den Hintergrund getreten ist, und es zeigt sich weiter, dass, wie viele Aufschlüsse auch jene Entwickelungsgeschichte uns geben mag, ihre Interpretation doch auf dieser beruht. Und wenn wir auf dem Gebiete jener Entwickelungsgeschichte in der Vererbung und Anpassung zwar wichtige Functionen, aber nicht die bestimmenden erkannten, wenn wir sie nur als Regulatoren der Entwickelung, nicht als die treibenden Kräfte selbst gelten lassen konnten, so gilt hier erst recht ganz Dasselbe. Wenn das englische Denken auch auf diesem Gebiete die Bedeutung dieser Regulatoren zuerst klar erkannt hat, so hat das deutsche dagegen die treibende Kraft selbst an's Licht zu ziehen gesucht, ohne welche jene blossen Regulatoren völlig wirkungslos bleiben müssen.

Wir suchen so dem Geiste seine Selbständigkeit und Eigenartigkeit zu wahren. Es scheint uns nur ein durchaus verkehrtes Streben nach Einheit zu sein, wenn wir ihm zu Liebe die Verschiedenheit ableugnen wollen. Ein so gewichtiges Interesse unserer Vernunft uns auch antreibt, die Einheit der Principien zu erstreben, so geht unser nächstes Interesse doch dahin, erst jedes Gebiet unseres Erkennens in seiner Eigenthümlichkeit aufzufassen.

Wenn wir von diesem Standpunkte aus auf die vorliegenden Tendenzen blicken, stellt sich uns das Unternehmen des Monismus

in einem ganz anderen Lichte dar. Er betont — so räumten wir ein — völlig mit Recht, dass die Naturwissenschaft sich ihre selbständige Stellung, die Gültigkeit ihrer eigenen Kategorien erst mühsam erringen musste. Wenn die Naturwissenschaft es daher mit Recht ablehnt, auf ihr Gebiet Analogien anzuwenden, welche ihre wahre Heimath in dem bewussten Seelenleben des Menschen haben, wenn sie in diesen Versuchen nur einen Rückfall in mythologische Vorstellungsweisen sieht, was ist dann dagegen dieser Versuch umgekehrt die Herrschaft der Naturkategorien auch auf das geistige Gebiet auszudehnen? Wir können in ihm nur den umgekehrten Fehler erblicken. Wie jenes in Wahrheit eine blosse Scheinerklärung der Naturvorgänge war, so ist dies uns ganz ebenso eine Scheinerklärung der Seelenvorgänge; wenn dort sich zwar mancherlei Analogien des Seelenlebens verfolgen liessen, die Natur der Sache aber völlig unerklärt blieb; so lassen sich umgekehrt in die Thätigkeitsweisen der Seele hinein Naturanalogien verfolgen, aber das Wesen des Geistes bleibt damit ebenso völlig unerklärt; oder mit anderen Worten, wie es dort keine wahre Erklärung war, wenn man die Naturvorgänge bildlich als seelische fasste, so ist es in gleicher Weise eine blos bildliche Vorstellung, wenn wir auf das geistige Gebiet Naturkategorien anwenden. Wenn man auf diese Weise z. B. das ganze Geschichtsleben des Menschen, wie Häckel es thut, zu einem grossen physikalisch-chemischen Prozess macht, so hat man daran gerade so viel oder so wenig, wie man umgekehrt hatte, als man noch Erdbeben und Gewitter ableitete aus dem Zorne der strafenden Gottheit. Wenn jene Anschauungsweise aber wenigstens naiv war, was ist dann diese? Diesen Bestrebungen gegenüber halten wir die eigene Bedeutung und Eigenthümlichkeit des Geisteslebens fest. Wir wollen beide Gebiete in ihrem wahren Wesen aufgefasst haben, wir wollen unser Denken uns nicht in blosses mechanisches Vorstellen, unsere Sittlichkeit uns nicht in blosse Nützlichkeit, unser bewusstes, geistiges Ringen und Streben nicht zu einem blossen Spiele blinder Kräfte in uns degradiren lassen.

Sind wir aber damit nicht bei einem extremen Dualismus angelangt? Demgegenüber bemerken wir: Wenn es sich zunächst nur darum handelt, die Wahrheit und Bedeutung unseres Denkens wie unserer Sittlichkeit zu wahren, dieselben nicht zu einem blossen Scheine herabsetzen zu lassen, so wäre uns der Dualismus immer noch lieber als jener Monismus, der in seinem Einheitsfanatismus gerade das Beste, der dem Moloch der Natur den Menschen selbst opfern möchte.

Die Sache liegt aber anders. Nachdem wir nun die Eigenartigkeit des Geistes gewahrt haben, wird es jetzt erst unsere Aufgabe sein, dem anderen Bedürfnisse unseres Erkennens, welches uns antreibt, das Verschiedene zu einen, Genüge zu thun. Denn

auch wir wollen nicht bei dem Dualismus als dem letzten Resultate stehen bleiben, auch wir wollen weder die Welt noch uns selbst aus zwei ganz getrennten Stücken zusammensetzen.

Wenn wir nun auf Einheit ausgehen, legen wir uns die Frage vor, wovon wir auszugehen haben, von der äusseren Natur, oder von dem, was wir selbst in uns erleben. Und hierbei dünkt es uns die oberste aller Verkehrtheiten zu sein, wenn man das, was man selbst unmittelbar erlebt, bezweifeln oder es sich als das Erzeugniss der äusseren Natur schenken lassen will, die man erst durch das vermittelnde Wissen des Geistes selbst kennt, den man zu leugnen unternimmt. Die Wahrheit unseres persönlichen Geisteslebens ist und bleibt uns die erste aller Wahrheiten, von der allein wir im Denken unseren Ausgang zu nehmen haben.

Von diesem Standpunkte aus richten wir unseren Blick auf die Natur zurück und fragen nun erst, was dieser ganze Mechanismus, den wir unserer äusseren Betrachtung zu Grunde legen, denn selbst ist? Nun nehmen wir diese ganze Summe der Dinge, welche dort draussen im Raume vor uns ausgebreitet liegt, nicht mehr, wie das naïve Denken, für ein unmittelbar und vor aller Anschauung Existirendes, nun nehmen wir in unserem Bestreben, zu einer einheitlichen Weltanschauung zu gelangen, die stillschweigende Voraussetzung, welche wir bei aller äusseren Anschauung machen und welche wir bei der blossen Naturbetrachtung nur bei Seite lassen, in ihrer vollen Bedeutung wieder auf, die Voraussetzung nämlich, dass all das, was wir sehen, fühlen eben wirklich ein Gesehenes, Gefühltes ist; und erkennen, dass es eine blosse Thorheit ist, bei allem, was wir sehen, beobachten, denken zu vergessen, dass wir selbst es eben sind, die sehen, beobachten und denken.

Und wenn wir in dem Früheren dahin gelangt waren, zu erklären, dass grade dieses Aufnehmen des bei der isolirten Betrachtung Vorausgesetzten die oberste Aufgabe ist, wenn wir auf eine einheitliche Weltanschauug ausgehen und wenn wir deshalb uns genöthigt sahen die Teleologie, die wir aus der blos ableitenden Naturwissenschaft ausgeschlosen hatten, grade deswegen in die Welterklärung wieder aufzunehmen; — so zeigt sich hier ganz ebenso, dass wir jetzt die grösste aller Voraussetzungen, nämlich die, dass die Natur nur Natur ist für den erkennenden Geist, aufzunehmen haben. Dies ist die ganz nothwendige und erste Aufgabe der Philosophie und sie wird diesen Weg verfolgen, auch wenn man in einseitiger Befangenheit diese ihre Stellung nicht zu würdigen im Stande ist. Von dieser Position aus wird sie mit vollem Fuge in Betracht ziehen, was das der gesammten äusseren Betrachtung zu Grunde Gelegte, was Raum, Zeit, Causalgesetz selbst sind. Und wenn die Naturwissenschaft ihrerseits siegreich den Causalbegriff durch die gesammte Erscheinungswelt durchzuführen im Stande ist, so wird die Philosophie die Erklärung geben, sie ist dies im Stande,

weil dieses Causalgesetz, das oberste Princip der Naturwissenschaft, eben das Princip unseres eigenen Denkens ist. Sie tritt damit nicht in den Gegensatz zur Naturwissenschaft, sondern im Gegentheil, sie nimmt, wie es in der Natur der Sache gegründet ist, alles, was diese nur geben kann, auf als Fleisch von ihrem Fleisch, Bein von ihrem Bein.

Wenn die Philosophie auf diese Weise der Naturwissenschaft ihr Recht gewahrt hat, nur auf Causalerklärung auszugehen, und eben dieses Recht aus der Natur unseres Erkennens selbst begründet hat, und wenn sie daher der Naturwissenschaft darin nur beistimmen kann, dass sie alles Eingreifen anderer Potenzen in ihr Gebiet ablehnt, wenn sie mit anderen Worten anerkannt hat, dass hier die Aufgabe ist, Zustand aus Zustand zu erklären, so wird sie jedoch grade daraus folgern, dass eben damit nur eine relative Erklärung gegeben ist und wird sie allen Versuchen daraus eine absolute Erklärung zu machen, entschieden entgegentreten müssen.

Wir halten daher fest, dass durch die Auseinandersetzung des gesammten Entwickelungsherganges, selbst wenn wir ihn durch allen Zeiten hindurch verfolgen könnten, der Grund der Dinge völlig unerklärt bleibt. Wenn wir aber durch die Betrachtung der äusseren Erscheinungen allein nur so weit gelangten, in diesem Grunde uns geeint zu denken, was für unser Verstandesverfahren auseinanderfällt, nämlich Mechanismus und Teleologie, wenn wir dagegen uns von diesem Urgrunde der Dinge dort noch keine Vorstellung selbst machen d. h. die Weise, wie die Vielheit der Dinge geeint ist, nicht einsehen konnten, wenn wir aber andererseits erkannt haben, dass in unserem Geiste aller Vielheit gegenüber die zusammenfassende Einheit, aller blossen Umwandlung gegenüber die Macht selbständiger Entwickelung hervortritt, so werden wir grade daraus, dass die einzige Einheit, welche wir kennen, der Geist ist, uns zu schliessen berechtigt glauben, dass der einheitliche Grund aller Dinge auch ein geistiger ist. Grade weil unser Geist aus der Natur hervorgeht, muss der Geist auch ihr Grund sein. Wir schliessen daher die Vernunft nicht aus der Weltanschauung aus, halten andererseits jedoch fest, dass diese Vernunft für die Erkenntniss der äusseren Welt sich uns nur in der Form einer uranfänglichen Ordnung zu erkennen giebt, einer Ordnung, deren Consequenz die Wissenschaft nur auszubeuten gelernt hat.

Wenn wir aber weiter in uns selbst nicht nur Gesetze des Erkennens, sondern auch Gesetze des Handelns wirksam fühlen, so werden wir daraus wieder schliessen, dass der Urgrund aller Dinge nicht nur der Grund der Gesetze der Natur und ihrer Ordnungen sondern auch die Norm unseres sittlichen Handelns enthalten müsse, so werden wir mit andern Worten von dem blossen Grunde der Natur zu dem Begriffe einer Gottheit fortzugehen uns getrieben fühlen und grade deswegen, weil wir nur

auf diese Weise das Zerstreute zu einen d. h. zu einer wahrhaft einheitlichen Weltanschauung, einer Weltanschauung, welche nicht nur die Principien unseres Erkennens, sondern auch die unseres Handelns enthält, zu gelangen im Stande sind.

Wir haben die naturwissenschaftliche, wie philosophische Bedeutung des Häckel'schen Monismus zu würdigen, Wahres und Falsches zu scheiden, seinen Voraussetzungen und Tendenzen gegenüber zu zeigen gesucht, in welcher Weise wir in der That die naturwissenschaftlichen Ergebnisse bei dem Aufbau einer einheitlichen Weltanschauung zu verwerthen haben. Gegenüber dem Bestreben auf der blossen Bahn der Naturwissenschaft weiter zu gehen, ihre Resultate zu einer Gesammtanschauung zu verknüpfen, suchten wir darzulegen, dass der eigenen Methode der Naturwissenschaft nach dieses Ziel gar nicht erreichbar ist, dass es sich im Gegentheil bei dem Bestreben zu einer einheitlichen Weltanschauung zu gelangen, nicht um Zusammenfassung der Resultate, sondern grade um die Aufnahme der Elemente handelt, welche die Naturwissenschaft ihrer Methode nach mit Recht ausschliesst. Darnach ergiebt sich uns auch eine ganz andere Vorstellung von den geistigen Kämpfen unserer Zeit und von dem Einflusse, welchen die Ausbreitung der Naturwissenschaften auf die Ausbildung unseres Denkens haben muss. Der Kampf zwischen Monismus und Dualismus erscheint uns jetzt in einer ganz anderen Beleuchtung und wir vermögen in diesem Monismus nicht mehr den berufenen Vertreter des Lichtes gegen die Finsterniss, der Wissenschaft gegen den Aberglauben zu erblicken.

Wenn wir aber bei unserem Bestreben alle Einzelerkenntnisse zu einer einheitlichen Weltanschauung zu verknüpfen, zuhöchst zu dem Begriffe eines geistigen Grundes aller Dinge gelangt sind, so möchten wir allen Missverständnissen gegenüber doch noch einmal betonen, dass wir damit nicht unser Naturwissen, sondern unsern Naturbegriff erweitern. Es handelt sich bei diesem Begriffe nicht darum, die natürlichen oder geistigen Entwickelungen von Zustand zu Zustand zu verfolgen, sondern darum, zu begreifen, was allen Entwickelungen als das Bedingende zu Grunde liegt. Unterscheidet man diese beiden Gedanken nicht und erkennt man in einseitiger Befangenheit nicht an, dass hier dem menschlichen Denken ganz verschiedene Aufgaben gesteckt sind, Aufgaben, die beide gleich nothwendig sind, so wird man eben das gesammte geistige Leben, das gesammte Denken der Menschheit nicht zu verstehen im Stande sein; dann wird man die Aufgabe des Erkennens überhaupt verwechseln mit jener besonderen und beschränkten Aufgabe der Naturwissenschaft.

Hierin liegt der Grund, weswegen die Stellung, welche der Monismus zu den religiösen Ideen einnimmt, eine vollständig ver-

kehrte ist. Sie entspringt eben aus der Verkennung des menschlichen Geistes, aus dem Bestreben, unsere gesammte geistige Thätigkeit aufzulösen in passives Erkennen. Man übersieht, dass es auf diesem Gebiete wie auf dem des Sittlichen grade nicht angeht, das Princip unseres Glaubens oder unseres Handelns aus der äusseren Betrachtung abzuleiten. Das, was zu thun unsere Pflicht ist, folgt nicht und soll nicht folgen aus der Betrachtung dessen, was tactisch geschieht. Wer freilich aus dem Geiste nur einen passiven Spiegel der Aussenwelt macht, wird dieser Erscheinung rathlos gegenüberstehen, deren Macht er doch in seinem eigenen Denken fühlt.

So legt man auch an die Aussagen des religiösen Gemüthes den Maassstab der naturwissenschaftlichen Erkenntniss und übersieht, dass die Widersprüche und Verkehrtheiten, welche zu Tage treten, schon in dem verkehrten Maasstabe liegen.

Wir geben nun sehr gern zu und betonen selbst, dass unsere religiösen Anschauungen in einer nothwendigen Umwandlung begriffen sind, glaubt man aber von dem monistischen Standpunkte aus, diese Umwandlung fördern zu können? Will man an den religiösen Vorstellungen Kritik üben, so kritisire man sie nach dem Maasstabe, der in ihnen selbst liegt; dann zeige man, dass sie grade die Idee, welche sie angeblich verfechten, nicht zum Ausdruck bringen, ja oft genug in ihr Gegentheil verkehren. Doch ehe man so kritisirt, begreife man zunächst, dass es sich auf diesem ganzen Gebiete nicht um Naturerkenntniss handelt, sondern dass grade die Religion aus der Reaction unseres lebendigen Geistes gegen die Aussenwelt oder — wie man es treffend ausdrücken kann — aus der Selbstbehauptung des Geistes gegen alle Aeusserlichkeit hervorgegangen ist und daraus immer wieder — selbst in dem Grunde jedes einzelnen Gemüthes — neu hervorgehen muss. Dann wird man auch einsehen, dass, mit welchem Rechte immer die Verstandeskritik das Vorstellungsmaterial aufzehrt, in dem sich die Idee Ausdruck zu geben gesucht hat, mit dieser Auflösung der Vorstellung die Idee selbst noch nicht beseitigt ist und gar nicht zu beseitigen geht.

Wenn daher Häckel an die Stelle der alten Schöpfungslehre eine neue Schöpfungslehre, an Stelle der alten Anthropogenie eine neue Anthropogenie zu setzen unternimmt, und jene durch diese beseitigt glaubt, so vermögen wir darin nur eine Täuschung zu erblicken. Dass unsere, wie aller Wesen Entstehung natürlich vermittelt ist, kann Niemand mehr leugnen. Wenn man aber aus der Thatsache dieser natürlichen Vermittelung den Schluss zieht, dass wir nur die Producte des Stoffes und seiner Umwandlungen sind, so setzt man an Stelle der, wie man sagt, antiquirten Schöpfungslehre nichts als modernen Aberglauben. In der That aber verkennt man bei dieser alten Schöpfungslehre grade das, worauf es ihr ankommt und hält sich — allerdings in Uebereinstimmung mit ihren angeblich berufenen Vertheidigern — grade an das, was dabei völlig gleichgültig

ist. Das, worauf es ihr ankommt, ist, den Gedanken uns einzuschärfen, dass wir wie alle Dinge in dem Unendlichen gegründet sind, das, worauf es nur dem, welcher sie mit Naturerkenntniss verwechselt, ankommen kann, ist die Darlegung des Entwickelungsherganges. Wenn aber Häckel an die Stelle des mosaischen Schöpfungsberichtes jetzt andere Anschauungen zu setzen im Stande ist, so ist das wahrlich kein Wunder und der Nachweis, dass jene Alten noch nicht wussten, was Darwin und Häckel zu Tage gefördert haben, dieser Nachweis ist — wir können es nicht ableugnen — durchaus gelungen, mehr aber auch nicht. Doch nicht hierin, sondern in jenem Gedanken, dass wir nicht das Product eines für sich als wirkungsfähig vorausgesezten Mechanismus sind, nicht die Folge einer Vielheit beziehungsloser, zusammengetretener Elemente, in dem Gedanken, dass der Grund aller Dinge ein geistiger, dass wir unserem Wesen nach Geist von seinem Geiste sind, — in diesem Gedanken sehen wir trotz aller modernen Schöpfungsgeschichte und aller modernen Anthropogenie die bleibende Bedeutung der alten.

Druck von Bockwitz & Webel in Leipzig.

ÜBER

BEDEUTUNG UND AUFGABE

EINER

PHILOSOPHIE DER NATURWISSENSCHAFT

EIN VORTRAG

VON

DR. FRITZ SCHULTZE,

o. ö. PROFESSOR DER PHILOSOPHIE AN DER K. POLYTECHN. HOCHSCHULE ZU DRESDEN.

JENA

VERLAG VON HERMANN DUFFT.

1877.

ÜBER BEDEUTUNG UND AUFGABE

EINER

PHILOSOPHIE DER NATURWISSENSCHAFT.

Es giebt sogenannte Philosophen, welche, ihrer Zahl nach glücklicherweise gering, die Naturwissenschaften*) wie eine Art Ballast betrachten, der dem Luftschiff ihrer Speculationen beim Aufsteigen in die Sphäre des reinen Gedankens nur hinderlich und deshalb auszuwerfen sei. Es giebt andererseits sogenannte Empiriker, welche, ihrer Zahl nach leider sehr gross, die Philosophie als blauen Dunst verachten und ihren Gedankengang für einen höchst thörichten, überflüssigen, ja genickbrechenden Ikarusflug erklären. Diese Empiriker haben Recht in Bezug auf eine von ihnen allein gesehene philosophische Afterweisheit; sie haben Unrecht, weil sie eine bestimmte Art der Philosophie für die Philosophie halten — jene Philosophen haben in jeder Beziehung nur Unrecht. So besteht thatsächlich noch heute zwischen Philosophie und Naturwissenschaft ein Misstrauen, das, so sehr es auch möglich sein mag, es zu beseitigen, und so sehr es bei vielen Parteigängern der einen wie der anderen Seite auch schon beseitigt ist, es doch immer noch als ein gewagtes Unternehmen erscheinen lässt, einen Bund zwischen Philosophie und Naturwissenschaft herstellen und daraus eine «Philosophie der Naturwissenschaft» entspringen lassen zu wollen.

*) Verf. beschäftigt sich mit der Ausarbeitung einer „Philosophie der Naturwissenschaft" und legt in diesem Vortrage in der Kürze gleichsam das Programm derselben dar.

Das Misstrauen ist um so grösser, als es verhältnissmässig noch sehr jung und daher jugendlich fanatisch ist. Denn noch bis in das vorige Jahrhundert hinein existirte eine solche Kluft zwischen Philosophie und Naturwissenschaft nicht, vielmehr ein inniger Bund, den zu beanstanden keinem der beiden Verbündeten in den Sinn kam. Namen wie Kant, Leibniz, Descartes glänzen gleichzeitig hell auf den Gebieten der Philosophie, Mathematik und Naturwissenschaft, und wenn auch ein Newton der Physik zurief: «Hüte dich vor der Metaphysik!» — so war damit nicht eine Scheidung von der Philosophie überhaupt, sondern nur von der oben bezeichneten falschen Philosophie gefordert, und er selbst bekannte sich als den Philosophen einer wahren neuen Philosophie schon durch den Titel seines gewaltigen Werkes: Die mathemathischen Principien der Naturphilosophie. Mit jenem «Hüte dich!» stimmte Newton nur ein in den allgemeinen Chor der englischen Philosophen, die seit Bacon's Zeiten dasselbe Warnungssignal gaben, und deren Philosophie keine anderen als naturwissenschaftliche Grundlagen kannte, während gerade Physik und Chemie ihre Grundlage, auf der sie sich bis heute weiter entwickelt und ihre Triumphe gefeiert haben, nämlich die Atomentheorie vorzugsweise durch Gassendi's Vermittlung wiederum von Seiten der Philosophie, hier der antiken Philosophen erhalten hatten.[1]) Dass im Alterthum weder Trennung noch Misstrauen zwischen Philosophie und Naturwissenschaften, vielmehr die engste Vereinigung bestand, geht schon daraus hervor, dass die Philosophie alle Wissenschaften in sich befasste und an eine principielle Scheidung, wie sie in unsern Tagen herbeigefuhrt ist, selbst in der letzteren Zeit des Alterthums noch gar nicht gedacht wurde, wo doch die Theilung der Arbeit auch schon auf wissenschaftlichem Gebiete anfing sich geltend zu machen.

Warum aber trennten sich denn Philosophie und Naturwissenschaft in der neuesten Zeit, also etwa in und seit dem ersten

---

[1]) Lange, Gesch. d. Materialismus I, 234.

Drittel dieses Jahrhunderts? Warum musste Schiller's an die Naturforscher und Transscendentalphilosophen gerichteter Machtspruch: «Feindschaft sei zwischen euch!» so gründlich befolgt und die darin liegende Prophezeiung zur Wahrheit werden? Die Ursachen dieser Erscheinung liegen einerseits in dem grossartigen Entwicklungsgang, den in neuester Zeit die Naturwissenschaften nahmen, andererseits in der Verbildung und rückläufigen Bewegung, welcher die Philosophie nach Kant anheim fiel.

Die Naturwissenschaft, bis in's 16. Jahrhundert hinein eigentlich nichts als ein auf Aristoteles sich gründendes Gemisch von geglaubten Fabeln, das den stolzen Namen nicht verdient, verwandelte sich in dem Grade und wuchs in dem Maasse, als der menschliche Geist sich mehr und mehr von der Herrschaft der Autorität befreite, und die Natur, statt durch das Medium alter Bücher und unantastbarer Ueberlieferungen, vermittelst der eigenen Sinne und neu geschaffener Hülfsmittel und Methoden beobachtete. Aber trotz der gewaltigen bahnbrechenden Leistungen eines Kopernikus, Galilei, Kepler, Newton auf dem Gebiete der Astronomie und Mathematik blieb die übrige Naturwissenschaft doch noch ein so enges und beschränktes Gebiet, dass noch der eine Linné das ganze System der Natur oder die drei Reiche umfassen konnte, und die Zeit liegt noch gar nicht so weit hinter uns, wo auf unseren Universitäten ein Professor in den drei Reichen und daneben noch einigen andern Disciplinen monarchisch herrschte. Wie aber hat sich das im Laufe dieses Jahrhunderts geändert! Aus den drei kleinen Stämmen sind drei riesige Wälder, aus der Naturwissenschaft ist eine silva silvarum geworden, von deren Umfang Bacon, so hellseherisch er sonst war, sich nichts hatte träumen lassen. Die empirischen wie die mathematischen wie die Wissenschaften überhaupt, haben alle insgesammt sich so ungeheuer erweitert und ausgedehnt, dass schon ein kleines Stück einer derselben gründlich zu bearbeiten die ganze Lebensthätigkeit eines Menschen erfordert. Die Wissenschaften, die Kinder der Philo-

sophie, wuchsen schnell heran zu kräftigen Männern, die sich von der Mutter trennten, auf eigenen Füssen in's weite Leben hinausstürmten und ihrer Mutter endlich ganz vergassen — eine Vergesslichkeit freilich, die sich rächen sollte — oder ohne Bild zu reden, je mehr sich die Wissenschaften erweiterten, je specieller die empirischen Forschungen wurden, je mehr das Bedürfniss wuchs, das Einzelne in seiner Vereinzelung kennen zu lernen, um so weniger hatte man Zeit, das Ganze zu überblicken, den allgemeinen Zusammenhang hervorzuheben, zu höheren allgemeineren, umfassenderen Principien aufzusteigen d. h. philosophischen Forschungen sich hinzugeben. So brachte die gewaltige Entwicklung der Naturwissenschaft eine Trennung von der Philosophie naturgemäss mit sich.

Und die Philosophie that nichts, um dieser Trennung vorzubeugen — im Gegentheil, durch ihr unüberlegtes, in's Blaue hinein phantasirendes, trotz aller Hohlheit prahlerisches und anmassendes Gebahren stiess sie die gründliche, auf festem Barrenvorrath im Keller sich stützende Naturwissenschaft mehr und mehr von sich, und kein solides Geschäftshaus wollte mehr ihre Schwindelpapiere zu irgend einem Curse nehmen. Nachdem nämlich der gründliche Kant in der deutschen Philosophie so bahnbrechende Erfolge errungen und damit eine Anregung gegeben hatte, die um so gewaltigere Mengen an lebendiger Kraft auslöste, als die bis dahin in Deutschland herrschende geringe philosophische Thätigkeit die philosophischen Spannkräfte hatte ruhen lassen — so glaubte man nun, die ungeübten Augen geblendet von dem Glanz des reinen Denkens, durch dieses allein in blosser enthusiastischer Intuition wie durch eine neue innere Offenbarung das Welträthsel mit einem Schlage lösen zu können. Den wahren Kern der Philosophie Kant's, die jede die Grenzen der Erfahrung überschreitende Speculation kritisch als völlig unfruchtbar erwiesen hatte; ihren Grundsatz «Alles Erkenntniss von Dingen aus blossem reinen Verstande oder reiner Vernunft ist nichts als lauter Schein

und nur in der Erfahrung ist Wahrheit» [1]), kannte und erkannte man nicht.

Wie man immer nur das zu begreifen vermag, wofür man in sich selbst schon Anknüpfungspunkte findet, so sahen die noch ganz im philosophischen Dogmatismus vergrabenen Zeitgenossen an Kant's Philosophie nur deren rudimentäre Organe d. h. die ihr vom Dogmatismus her noch verbliebenen dogmatischen Anhängsel; diese begriffen sie, diese hielten sie für die Hauptsache, an diese knüpften sie ihre Speculationen, während ihnen der wahre Kriticismus Kant's völlig verschlossen blieb. Diese dürftigsten von Kant's Erkenntnissbaum abgepflückten Früchte waren aber nicht im Stande, den Fieberdurst der nach schleunigster Erledigung des Weltgeheimnisses verlangenden Geister zu stillen — auf Flügeln der eigenen Fantasie erhob man sich, verächtlich blickte man auf den pedantisch vorsichtigen, an der Erde haftenden Kant hinab — Geist und Natur waren in ihrem innersten Wesen im Handumdrehen erklärt und aus blossem Denken die Gesetze des Seins durchschaut. Nur Schade, dass diese erhabenen Offenbarungen der Philosophie der Natur gar nicht stimmten mit den in sorgfältigen Mühen errungenen Entdeckungen der Wissenschaft der Natur — Schade auch, dass die Anhänger der letzteren den Verfechtern der ersteren es nicht glauben wollten, dass, wenn zwischen Natur und System ein Widerspruch sich zeige, dies ein Fehler der Natur, und nicht des Systems sei. Schade, dass die Philosophen sich durch die Thatsachen nicht bekehren wollten und dadurch endlich den nüchternen Empirikern unsterblich lächerlich erscheinen mussten. Kein Wunder auch, dass diese jene ihnen zunächst stehenden Philosophastereien mit der Philosophie überhaupt verwechselten, mit jenen alle Philosophie überhaupt als schädliche Narrheit verwarfen und so nun freilich das Kind mit dem Bade ausschütteten. Es hilft heutzutage nichts mehr, dieses

---

[1]) Prolegomena. Ausgabe Hart. Bd. IV, S. 122.

Gründerthum der Philosophie im ersten Drittel dieses Jahrhunderts bemänteln zu wollen — und eine ehrliche Aussöhnung wird nur dann statt finden, Vertrauen auf Seiten der empirischen Wissenschaften nur dann erweckt werden können, wenn von Seiten der Philosophie rückhaltslos das Vergehen zugestanden wird. Sie kann dies um so eher thun, als ja nicht die Philosophie überhaupt ihrem inneren Wesen nach, sondern nur der Missbrauch derselben, eine sich mit ihrem Namen breitmachende Scheinweisheit den Uebelstand herbeigeführt hat.

Sowohl in der ungeheuren Entfaltung der empirischen Wissenschaften als auch in der vorschnellen Leichtfertigkeit des philosophischen Epigonenthums lag also die Trennung der empirischen Wissenschaft von der Philosophie begründet. Wie erging es nun aber den Empirikern, nachdem sie den Jahrtausende alten Ehebund mit der Philosophie gelöst hatten, und mit Verachtung von der früheren Genossin abgewandt, in eine Art Junggesellenstand übergetreten waren? Sie verschmähten jede Philosophie, d. h. alle zusammenfassenden allgemeinen Gesichtspunkte und vertieften sich mit um so grösserem Eifer und unermüdlicher Sorgfalt in das Besondere und Einzelne. Unbekümmert um alles Andere in der Welt sah der Botaniker nur noch Pflanzen, der Zoologe nur noch Thiere, der Chemiker nur noch Stoffe, ja der einzelne Botaniker nur noch eine bestimmte kleine Pflanzen-, der Zoologe nur eine bestimmte kleine Thiergruppe, und ebenso machten es die übrigen Wissenschaften. Es wurde und wird noch heute als rühmlich angesehen, im Grossen unwissend zu sein, wenn man nur ein kleinstes Gebiet haarklein zerfasert. Vielseitigkeit heisst Ungründlichkeit — der Philologe ist der rechte, der nur den Thucydides versteht; dass er Juvenal nur eben dem Namen nach kennt, entschuldigt sich dann; der Historiker ist der gefeierte, der sich nur um den 30jährigen Krieg gekümmert hat, und um sich Philosoph nennen zu dürfen, genügt es, die Partikeln im Aristoteles gelernt zu haben. Dass diese kritische Selbstbescheidung

auf eine ganz kleine Specialität, die nach so redlicher, bürgerlich ruhiger Bescheidenheit aussieht, bei den meisten mit einem hochmüthigen Pharisäerthum, auf ihrem Specialgebiet nun die unfehlbare Autorität zu sein, verbunden ist; dass dieses Sichbrüsten mit der ärgsten Unwissenheit auf allen seitab liegenden Gebieten für die meisten nichts als eine Bemäntelung ihres engen Philistergeistes und seiner Trägheit ist, wollen wir nur beiläufig erwähnen, und jetzt nur die unleugbaren Vorzüge dieses Verfahrens hervorheben. Denn erstens diente es dazu, den in den philosophischen Bacchanalien berauschten Geist wieder zu ernüchtern, auf das Thatsächliche, Wirkliche, sinnlich Fassbare, empirischer Beobachtung Zugängliche, also auf die wahre Grundlage aller Wissenschaft, mithin auch der Philosophie, wieder hinzulenken und ihn dadurch für wirkliches Philosophiren wieder zu befähigen; zweitens wurde dadurch die Kenntniss um ein Ungeheures erweitert, bis dahin ganz unbekannte Gebiete entdeckt und erschlossen und somit ein Material von Thatsachen beschafft, wodurch unsere Weltanschauung eine ganz neue Gestalt gewinnen und Theorie wie Praxis sich allmählich völlig verändern wird. Aber von diesen beiden Vortheilen erfuhren jene Specialisten selbst vorläufig nichts — auf sie passte vielmehr völlig das Wort:

> Dann hat er die Theile in seiner Hand,
> Fehlt leider! nur das geistige Band.

Denn was thaten sie? Sie entdeckten, sammelten und beschrieben. Das blosse Sammeln und Beschreiben giebt wohl Wissen, aber keine Wissenschaft; denn diese erklärt. Wie aber kann man in einer Wissenschaft allein erklären?

Alle Wissenschaften bilden sozusagen einen Organismus, an dem jede einzelne Wissenschaft nur ein besonderes Glied ist. Keine steht isolirt für sich, denn sie sind alle entsprungen aus dem einen Menschengeiste, durch die Befruchtung von Seiten einer und derselben umgebenden Welt. So verschieden die zu erkennenden Einzelobjecte, also demgemäss die verschiedenen

Wissenschaften sind, so einheitlich ist doch das erkennende Subjekt, so einheitlich daher auch sein Gesammtobjekt, die Welt, sodass also auch alle einzelnen Wissenschaften nur Theile der einen Gesammtwissenschaft von der Welt sind.

Will ich nun z. B. die menschliche Hand erklären, wie allein kann ich das? Beschreiben kann ich sie in ihrem Bau rein für sich; ohne Rücksicht auf den übrigen Körper kann ich ihre Nerven, Muskeln, Knochen u. s. w. aufzählen und schildern. Will ich sie aber wirklich erklären, d. h. ihre lebendigen mannichfachen Bewegungen und Handlungen verstehen lernen, indem ich ihr functionelles Wesen aus seinen Ursachen ableite, so bleibt nichts Anderes übrig, als auf den anatomischen Bau und die physiologische Beschaffenheit des ganzen Körpers, ja auf die Entwicklung der gesammten Thierwelt zurückzugehen. Genau so verhält es sich mit jeder einzelnen Wissenschaft. Keine genügt sich selbst rein in und durch sich. Nicht einmal beschreiben kann eine Wissenschaft ihre Objecte ohne Zuhülfenahme einer anderen, geschweige denn erklären, jede bedarf einer anderen, ja im Grunde, bedarf jede jeder. So ist eine auch nur relative Erklärung einer Erscheinungsreihe d. h. eine Wissenschaft nur im Zusammenhange mit andern Wissenschaften möglich, also kann die volle Erklärung, soweit dieselbe überhaupt denkbar ist, nur aus dem Zusammenhang aller d. h. aus dem durch philosophisches Forschen aus allen Einzelnen zu gewinnenden Allgemeinen, welches ja der bloss sinnlichen Wahrnehmung und Beobachtung nie zugänglich ist, gegeben werden. Jene Specialisten, von denen jeder, nur in einer Furche des Feldes sitzend, weit entfernt war, das ganze Feld mit allen seinen Aehren zu überschauen, konnten daher wohl beschreiben, aber nicht erklären — da ihnen wohl Einzelnes gegenwärtig war, das geistige Band des Zusammenhanges aber fehlte. So hatten sie denn in Wahrheit nur Wissen, keine Wissenschaft; sie trugen Steine zusammen, aber bauten kein *Haus.*

Nun ist aber aus hier nicht näher zu erörternden Ursachen das Bedürfniss zu erklären, d. h. die Dinge in einem ursächlichen Zusammenhang zu bringen, dem Menschen eigen. Also auch jene Specialisten wollten erklären; ihre Erklärungsprincipien konnten sie aber nur aus ihrem engen Gesichtskreise herausnehmen; ihre Principien mussten also, und damit ihre Erklärungen, selbstverständlich zu eng, also falsch sein [1]). So bauten sie engbrüstige Hypothesen auf, die manchmal früher schon dagewesen und früher schon überwunden, aus geschichtlicher Unkenntniss für neu gehalten wurden und dadurch, dass sie nun erst von neuem überwunden werden mussten, die Zeit für fruchtbarere Forschungen verschlangen, oder Hypothesen, die neu waren, aber ohne Rücksicht auf andere Gebiete in ihrer Einseitigkeit ebenso abenteuerlich und unkritisch ausfallen mussten, wie nur eine Speculation früherer berüchtigter Naturphilosophie, die aber trotzdem fanatisch vertheidigt wurden. Natürlich, denn diese Specialisten, die gründlich zu nennen insofern falsch ist, als sie den Dingen am wenigsten auf den Grund sahen, konnten ja nichts Anderes als bornirt sein; waren sie es nicht von Geburt, so musste nichts als Mikroskopiren oder nichts als Handschriften-Collationiren sie nothwendig dazu machen; Borniertheit erzeugt aber unfehlbar den Dogmatismus, dessen Signatur der Fanatismus ist.

Sehen wir aber von diesem, aus dem zu engen Gesichtskreis ihrer Urheber sich ergebenden, mangelhaften Inhalt solcher beschränkten Erklärungsversuche ab, und fassen wir nur die Form derselben in's Auge, so rächte auch an dieser die Vernachlässigung des philosophischen Denkens sich bitter. Das blosse empirische Beobachten vermittelst der Sinne, sei es nun mit Hülfe von Secirmessern oder Mikroskopen oder anderen Instrumenten, schärft die Sinne für die betreffenden Gegenstände in einem

---

[1]) Vgl. Zöllner's hierher gehörige Betrachtungen in seinem Werke „Ueber die Theorie der Kometen".

unglaublichen Maasse. Aber dieses Beobachten macht noch lange nicht den wirklichen Forscher, vielmehr zeigt dieser seine Grösse darin, dass er durch einen erklärenden Gedanken grosse Reihen von Erscheinungen in Zusammenhang zu setzen weiss, die vorher ganz unvermittelt neben einander standen. Etwas beobachten und das Beobachtete erklären ist also zweierlei — ersteres fordert gesunde Sinne und Geduld, letzteres Geist — ersteres betreibt mit grossem Geschick der wissenschaftliche Handwerker, letzteres kennzeichnet den Forscher, der also vor allem ein Denker ist, also im Denken, im Combiniren, Schliessen und Folgern völlig geübt sein muss. Wie will aber der, dessen ganze Thätigkeit in sinnlicher Beobachtung aufgeht, der seine Sinne trefflich übt, aber die Gymnastik des Denkens vergisst — wie will er im Denken Leistungen aufweisen oder gar ein Meister werden? Es ist lächerlich zu sehen, wie ein solcher Indianer der Wissenschaft anfängt schwach und confus zu werden, sobald es sich um die richtige Abgrenzung eines Begriffs, um allgemeinere Schlüsse und Folgerungen, um die Darstellung eines allgemeineren Gedankeninhalts handelt. Er verschmähte alles philosophische Denken, jetzt rächt es sich an seinem eigenen Denken. Unlogik, fehlerhaftes Schliessen, geschmacklose Darstellung characterisirt in unbeschreiblicher Weise den mündlichen wie schriftlichen Ausdruck dieser Specialhelden. So lange sich ihr Denken auf ihre eigenen Steckenpferde bezieht, corrigirt die Beobachtung leicht wieder ihre falschen Schlüsse, und hier tritt die Sünde nicht so grell hervor — sobald sie aber ihr Gebiet verlassen und auf irgend etwas Anderes hinüberschweifen, erfährt man mit Schrecken, dass man es zwar mit einem bedeutenden Mikroskopiker, aber mit einem in wissenschaftlichem Denken ungebildeten Menschen zu thun hat, der, da er in seinem Fache sich Autorität dünkt, in seiner Bornirtheit nun über alles Mögliche die unsinnigsten Urtheile abzugeben sich umsomehr berufen fühlt, je weniger er davon versteht.

Wirklich bedeutende Naturforscher haben bereits angefangen

mit Entsetzen zu erkennen, welche trübseligen Erscheinungen in ihren eigenen Gebieten diese Vernachlässigung des philosophischen Denkens erzeugt, wie diese einseitige Ausbildung sinnlicher Beobachtung in letzter Instanz eine völlige Verödung und Vernichtung wirklicher erklärender Wissenschaft zur Folge haben würde, und Männer wie Helmholtz, Zöllner, Fick, Haeckel, Wundt, Dubois-Reymond, Huxley u. a. haben mit Nachdruck auf die Wichtigkeit der Philosophie für die Naturwissenschaften hingewiesen, umsomehr, als sie in ihrem Forschen, je mehr sie sich vertieften, selbst überall wieder auf philosophische Probleme stiessen und somit selbst nothwendig zur Philosophie zurückgeführt wurden. Solange zwar die Naturwissenschaften sich auf der Oberfläche der Erscheinungen halten und mit der blossen Sammlung und Beschreibung sich begnügen, bedürfen sie der Philosophie nicht — sobald sie aber wirklich erklären wollen, und zwar nicht einmal aus absolut letzten Gründen, sondern nur aus den bloss relativ letzten Gründen einer jeden besonderen Naturwissenschaft, so stösst eine jede von ihnen unvermeidlich auf philosophische Probleme. — Denn diese ihre ersten Grundsätze, worauf eine jede Specialwissenschaft ihre Erklärungen und Beweise stützt, worauf stützen sie sich denn? Hier sind zwei Fälle möglich: Diese ersten Grundsätze werden entweder unbewiesen als Axiome angenommen, also geglaubt — dann stützt sich die besondere Wissenschaft auf einen blossen Glauben, ist also zweifelhaft — oder aber sie werden selbst sicher gestellt aus allgemeineren Principien — dann ist die Begründung eine philosophische. Da die wenigsten Naturforscher sich klar machen, dass in der That eine jede Wissenschaft zwischen dieses Dilemma gestellt ist: entweder in letzter Instanz ein unbewiesener Glaube oder ein philosophisch begründetes Wissen zu sein, so wird es nicht unnütz sein, an einer Reihe von empirischen Wissenschaften beispielsweise den Punkt aufzudecken, wo sie nothwendig ihre Rechtfertigung entweder im Glauben oder in der Philosophie suchen müssen.

sicherste aller Wissenschaften, die Mathematik, führt
Sätze auf gewisse unbewiesene Axiome zurück. Woher
denn diese Axiome, trotzdem sie von dem nicht philo-
nen Mathematiker nur geglaubt sind, zu dem Ansehen dieser
stbaren Heiligkeit? Sie folgen aus der Natur von Raum und
Was ist Raum und Zeit? Hier stehen wir an der Schwelle
der schwierigsten Probleme, das nur der philosophischen
andlung zugänglich ist. Was wäre ohne Mathematik aber die
chanik? sodass, was von jener, auch von dieser gilt. Physik
d Chemie finden ihre erklärenden Principien in der Atomen-
heorie. Was ist ein Atom? Kein Mensch hat je ein Atom
wahrgenommen, es ist kein Gegenstand der Beobachtung und
Erfahrung, es ist ein Erklärungsprincip, ein Gedanke, an dessen
ausser uns existirendes Originalwesen man — glaubt. Wie
kommt man denn zu einer solchen Annahme? Der Empiriker
beruhigt sich entweder bei seinem Glauben an das Atom; dann
glaubt er, aber weiss nicht, oder er muss, um zu wissen, die
Grenzen seiner Wissenschaft überschreiten und das Gebiet der
Philosophie betreten. Es handle sich in der Optik und Akustik
um die Erklärung des Sehens und Hörens, es handle sich in
der Linguistik um das Grundproblem derselben, die Entstehung
der Sprache — nur die physiologische Psychologie, eine philo-
sophische Disciplin, vermag, wenn überhaupt, die Räthsel zu lösen.
Die Entstehung der Formen der Thier- und Pflanzenwelt ist das
grosse Problem, auf dessen Lösung gerade heute Botanik und
Zoologie alle Energie verwenden. Mag man nun nach alter Weise
die Constanz der Arten behaupten, oder mit der Entwicklungs-
theorie die Flüssigkeit derselben verfechten, in beiden Fällen sind
es philosophische Voraussetzungen, mit denen der Morphologe
operirt. Betreten wir das heitere Gefilde der Kunst. Was
das Schöne? Das Erhabene? Mag nun die Aesthetik die
idealistischer oder in realistischer Weise behandeln,
Falle auf metaphysische Annahmen,

letzteren auf psychologische Erklärungen, in beiden Fällen auf philosophische Voraussetzungen. So verschieden auch die einzelnen Wissenschaften sind, darin stimmen sie doch alle überein, dass sie Wissenschaften sein, d. h. wissenschaftlich denken wollen. Wo aber hört das unwissenschaftliche Denken auf und beginnt das wissenschaftliche? wodurch wird ersteres zu letzterem? wer giebt mir das Kriterium des wahrhaft wissenschaftlichen Erkennens? Dieses hängt ab, ausser von den zu erkennenden Objecten, von der Beschaffenheit jenes Erkenntnissinstrumentes, das wir mit einem allgemeinen Ausdruck Geist nennen? was lehrt mich die eigenthümliche Natur dieses Instrumentes kennen, dass ich es richtig anzuwenden und all den täuschenden Schein, der aus seiner Natur sich unwillkürlich in die Betrachtung der Dinge mischt, richtig auszumerzen verstehe, um eine wirklich objective Erkenntniss zu gewinnen? Hier kann nur die philosophische Erkenntnisstheorie wahrhaft Hülfe leisten, und wir behaupten kühn, all der dogmatische Wahn in den verschiedensten Wissenschaften führt sich in letzter Instanz auf die Vernachlässigung der Erkenntnisstheorie zurück; nicht bloss der Dogmatismus der theoretischen Wissenschaften, sondern auch der des praktischen Lebens in Religion und Moral mit all seinen weitgreifenden Consequenzen, die einer wahrhaft freisinnigen, geistigen und socialen Höherentwicklung der Menschheit bleiern und zäh im Wege stehen.

So münden also theoretische wie practische Wissenschaften in ihren Grundproblemen allemal wieder in die Philosophie ein. Wollen sie ihre Aufgabe wirklich zu gründlichem Abschluss bringen, so kommen sie um die Philosophie in keiner Weise herum, und keineswegs büssen sie damit ihren wissenschaftlichen Character ein, vielmehr bekommen sie ihn erst dadurch. Es ist sehr richtig, was Avenarius mit epigrammatischer Schärfe ausspricht: [1]) der

[1]) Vgl. Vierteljahrsschrift für wissenschaftl. Philosophie. Herausgegeben von Avenarius. Jahrg. I, S. 1 ff.

Frage: wie ist Philosophie als Wissenschaft möglich? steht mit völlig gleichem Rechte die Frage gegenüber: wie ist Wissenschaft möglich, wenn nicht durch Philosophie, ja mehr noch, wenn nicht als Philosophie?

Wenn die empirischen Wissenschaften durch den Fortgang ihrer eigenen Probleme von selbst wieder in die Philosophie hineingeführt wurden, so wurde nun andrerseits aber auch die Philosophie, nachdem sie sich aus dem oben geschilderten Rausch ernüchtert hatte, wieder zu den empirischen Wissenschaften zurückgeführt, deren absolute Unentbehrlichkeit für ihre eigene Existenz — wenn sie berechtigt und gesund sein sollte — sie täglich um so gründlicher begriff, je mehr ihre windigen Speculationen in's Nichts versanken. Denn wenn die empirischen Wissenschaften wahre Wissenschaft nicht haben können ohne Philosophie, so kann ebenso wenig die Philosophie eine Wissenschaft sein ohne die Grundlage jener empirischen Disciplinen. Hier ist der Punkt, wo sich der Begriff von dem, was wir allein Philosophie nennen dürfen, scharf unterscheidet von all dem, was sich etwa mit diesem Namen schmückt wie mit einem fälschlich erworbenen Doctordiplom. Wissenschaftliche Philosophie ist nur diejenige, welche im engsten unlöslichen Zusammenhang mit den empirischen Wissenschaften, auf Grund derselben, deren allgemeine Ergebnisse nach kritisch-empirischer Methode vergleicht und daraus neue allgemeinere Resultate ableitet, deren Inbegriff und Ziel eine der Veränderung und Verbesserung nach Maassgabe des Fortschrittes der empirischen Wissenschaften stets offene, nie dogmatisch erstarrende, stets im lebendigen Flusse bleibende einheitliche Weltauffassung ist, deren Consequenzen für Theorie und Praxis sie zu entwickeln und nach denen sie das menschliche Leben in all seinen Beziehungen zu gestalten hat, indem sie nichts anerkennt als das positiv Bewiesene, gegen alles andere sich mit Weisheit negativ verhält. Was sich Philosophie nennt und diesen Forderungen nicht entspricht, mag im Sinne vergangener Zeiten diesen Namen ver-

dienen, nicht aber im Sinne moderner Wissenschaft. Wenn jemand meint, Philosophie durch reines Denken oder durch ahnendes Schauen in den Tiefen des Geistes zu Stande bringen zu können, der mag für sich und seine Gesinnungsgenossen gewisslich Fantasie- und Gemüthsbedürfnisse befriedigende Dichtungen erzeugen, aber Wissenschaft bringt er nicht zu Stande, und das Bedürfniss nach klarer Wahrheit befriedigt er nicht. Eine andere Richtschnur als die Wahrheit darf aber die Philosophie sowenig wie irgend eine andere Wissenschaft kennen. Philosophie und die übrigen Wissenschaften sind weder dasselbe, noch sind sie sich ausschliessende Gegensätze, vielmehr nothwendig zu einander gehörende Ergänzungen. Wahre philosophische Wissenschaft macht, es um das Baconische Bild hier zu gebrauchen, weder wie die rohen Empiriker, die da zusammentragen wie die Ameisen, noch wie die Metaphysiker, die da den Spinnen gleich alle Fäden aus sich selbst ziehen, sondern wie die Bienen, die den Blumenstaub von überall her sammeln und ihn zu Wachs und Honig verarbeiten. Oder um Kant reden zu lassen: «die blosse Polyhistorie ist eine cyclopische Gelehrsamkeit, der ein Auge fehlt — das Auge der Philosophie; und ein Cyclop von Mathematiker, Historiker, Naturbeschreiber, Philolog und Sprachkundiger ist ein Gelehrter, der gross in allen diesen Stücken ist, aber alle Philosophie darüber für entbehrlich hält» (Kant's Logik, Ausg. Hart. VIII. 46).

Nachdem wir das nothwendige Verhältniss der empirischen Wissenschaften zur Philosophie erwogen haben, drängt sich uns nun die Frage auf: Worin besteht denn der Theil der Philosophie, den wir hier als «Philosophie der Naturwissenschaft» bezeichnen und erörtern wollen? Wir können wenigstens im Allgemeinen einige characteristische Merkmale angeben. Die «Philosophie der Naturwissenschaft», wie wir sie meinen, soll keine Naturphilosophie im Sinne Schelling's und Hegel's sein, die aus blossem Denken ohne empirische Grundlagen das Bild der Welt zu construiren strebt; sie ist aber auch keine Naturphilosophie im modernen Sinne, etwa

der Darwinistischen Entwicklungstheorie, also eine Naturphilosophie, wie sie als ein Versuch, auf Grund empirischer Forschungen ein allgemeines Bild der Welt zu entwerfen, wissenschaftlich allein berechtigt wäre. Wir fordern hier überhaupt keine Naturphilosophie, sondern nicht mehr und nicht minder als genau eine «Philosophie der Naturwissenschaft.» Zergliedern wir, um unsere Absicht dem Verständniss näher zu bringen, den Begriff der Naturwissenschaft, so bedeutet er, einfach zerlegt, «Wissenschaft von der Natur». Die «Wissenschaft» ist nur möglich durch ein «wissendes Subject» — Die «Natur» bedeutet die «gewussten Objecte». Also be- und entsteht die «Naturwissenschaft» aus den zwei Factoren, dem Wissen der Objecte und den Objecten des Wissens. Die Naturwissenschaften legen den Nachdruck ihrer Betrachtung auf die Objecte des Wissens, auf den objectiven Factor — wir dagegen hier auf das Wissen der Objecte, auf den subjectiven Factor — So wenig Naturwissenschaft zu Stande kommt ohne den objectiven Factor, ebenso wenig ohne den subjectiven. Wie ein Spiegelbild in seiner Form bedingt ist sowohl durch die Form des gespiegelten Gegenstandes, als auch durch die Form des Spiegels, und das Bild, wenn auch der Gegenstand derselbe bleibt, ein anderes ist, je nachdem der Spiegel concav, convex oder eben geschliffen ist — so ist das Bild der Natur (der Inhalt der Naturwissenschaft) bedingt objectiv durch die eigenthümliche Beschaffenheit der Naturkörper, subjectiv durch das eigenthümliche Wesen des Erkenntnissinstruments, des menschlichen Geistes. So wie es für den Mikroskopiker nöthig ist, genau sein Glas zu kennen, damit er die eigenthümlichen Beschaffenheiten in dem mikroskopischen Bilde, die aus dem besonderen Bau seines Instrumentes entspringen, nicht für Merkmale des unter dem Mikroskop befindlichen Objectes selbst halte — so ist es im unvergleichlich höheren Grade für den Forscher über die Natur nothwendig, die Eigenthümlichkeiten seines geistigen Forsch*instrumentes* genau zu kennen, weil nur, indem er genau weis, was in

dem ihm erscheinenden Weltbilde aus der Beschaffenheit des Instrumentes folgt, also subjektiv ist, er nach Abzug dieses Subjectiven den objectiven Bestand sicher stellen kann. Der gewöhnliche Empiriker hat keine Ahnung von den eigenthümlichen Täuschungen, in denen er sich blind bewegt, weil er dies Verhältniss zwischen dem erkennenden Subject und den Objecten des Erkennens nie erkannt hat — und aller Dogmatismus in allen Wissenschaften wie in der Praxis entspringt aus den dadurch entstehenden Selbsttäuschungen. Wir fordern also jetzt nicht unmittelbar eine Theorie der Natur im gewöhnlichen Sinne des Worts, sondern eine Theorie des Wissens von der Natur oder eine Erkenntnisstheorie. Wie verschieden auch die Gegenstände des Wissens sind, das Wissen in seinen subjectiven Factoren ist stets dasselbe. Da nun die Erkenntnisstheorie sich auf das allem besonderen Wissen zu Grunde liegende Wissen überhaupt bezieht, so ist es klar, dass die Erkenntnisstheorie für jede Wissenschaft von gleich hoher Bedeutung, ja für wirkliche Wissenschaft durchaus unentbehrlich ist. Sie allein lehrt uns genau das wissenschaftliche Denken vom unwissenschaftlichen abzugrenzen, sie allein enthüllt uns die zarten Grenzen zwischen wahrem Wissen und Scheinwissen. Dadurch aber erst macht sie es möglich, kritisch genau festzustellen, was wir denn Objectives von aller Natur und wie wir es wissen können. So ermöglicht also erst die Theorie des Wissens ein kritisches Wissen von der Natur, die Erkenntnisstheorie eine wahre Naturtheorie, die Philosophie der Naturwissenschaft eine wahre Naturphilosophie. Philosophie der Naturwissenschaft verhält sich aber zur Naturphilosophie wie Ausgangspunkt und Ziel. Die Philosophie der Naturwissenschaft ist die Einleitung in die mathematisch-empirischen oder die Naturwissenschaften, das letzte allgemeinste Ergebniss dieser Naturwissenschaften hinwiederum ist die Naturphilosophie. Die Naturwissenschaften liegen zwischen und inmitten der «Philosophie der Naturwissenschaft» und der «Naturphilosophie». Die Philosophie der Naturwissenschaft steckt

genau die erkenntnisstheoretischen Grenzen ab und bestimmt exact das Gebiet einer wahrhaft kritischen Naturtheorie. Insofern aber giebt sie selbst den Anfang und die Grundlagen zu aller Naturtheorie, und insofern ist die Theorie des Naturwissens oder die Erkenntnisstheorie auch der allgemeine, einleitende Anfang jeder Naturtheorie d. h. selbst ein Stück Naturtheorie. Die engste Zusammengehörigkeit der «Philosophie der Naturwissenschaft», der «Naturwissenschaften» und der «Naturphilosophie», und der continuirliche Uebergang der einen in die anderen erhellt aus dem Gesagten zur Genüge.

Das Wesen der Philosophie der Naturwissenschaft wird noch heller in's Licht treten, wenn wir gleich hier ihr hauptsächlichstes Problem, das A und O, um das sich alles in ihr dreht, deutlich hervorheben. Wie schon oben bemerkt, ist auf dem Gebiete des Wissens genau zu unterscheiden zwischen Beschreibung und Erklärung; erstere giebt nur Kenntniss, letztere erst Erkenntniss. Jene schafft blosses Wissen, diese erst die Wissenschaft; jene hat es bloss mit den Thatsachen zu thun, diese geht auf die Ursachen. Erst durch die Hinzufügung der Ursachen also zu den Thatsachen wird aus dem Wissen die Wissenschaft. In allen besonderen Wissenschaften handelt es sich nun um die besonderen Ursachen der die Specialwissenschaft erfüllenden Erscheinungsreihen. So in der Botanik sozusagen um botanische, in der Physik um physikalische, in der Mathematik um mathematische Ursachen. In allen Wissenschaften handelt es sich also im Grunde um ein und dasselbe Problem, nämlich den Zusammenhang von Ursache und Wirkung, oder um die Ursächlichkeit oder Causalität Was ist also Ursächlichkeit überhaupt, ganz abgesehen von den besonderen Ursachen einer besonderen Wissenschaft? Diese für alle Wissenschaften gleich wichtige Frage kann keine der besonderen Naturwissenschaften lösen; hier tritt also die Philosophie der Naturwissenschaft ihr Amt an. Ist es denn aber überhaupt von Interesse, sich mit

dieser Frage zu beschäftigen? Weiss denn nicht jedermann, was Ursache und Wirkung ist? Sehe ich nicht den Zusammenhang der beiden deutlich mit Augen überall? Zu seinem eigenen Schaden weiss der gewöhnliche Empiriker nicht, welch eine Fülle von Schwierigkeiten in jener einfachen Frage enthalten ist. Aber er habe doch die Güte, die Antworten zu geben! Was ist eine Ursache, eine Wirkung? Was Grund und Folge? Was eine Bedingung? Sachgrund und Erkenntnissgrund? Mathematischer und physikalischer Grund? u. s. w. u. s. w. Sowie er eine Erklärung versucht, wird er einsehen, welch gordische Verwickelungen sich in diesen Begriffen finden, die er doch täglich so glatt und fliessend im Munde führt.

Alle Wissenschaften haben zu ihrer ersten Grundlage und Hauptvoraussetzung den Satz: Alles muss seine Ursache haben. Wo bliebe die Wissenschaft, wenn dieser Satz je eine Ausnahme erleiden, wenn je in der Welt etwas ohne Ursache geschehen könnte! Wir sprechen mit unumstösslicher Ueberzeugungskraft den Satz als etwas ganz Selbstverständliches aus. Ist er denn so selbstverständlich? Woher wissen wir denn, dass alles seine Ursache hat? Kann ich es beweisen? Kennt irgend ein Mensch «alles»? Der Grundsatz also, auf den alle Wissenschaft sich stützt wie auf das Sicherste, das es giebt, ist ein unbewiesener Satz, eine zweifelhafte Annahme, ein blosser Glaube. Wo bleibt also die Sicherheit der Wissenschaft? Ist es also überflüssig, das Fundament der Wissenschaft zu untersuchen, wenn die Gefahr vorhanden ist, dass die Fluth des Zweifels das ganze Gebäude zu Falle bringt?

Das Hauptziel der Erkenntnisstheorie oder der Philosophie der Naturwissenschaft ist also die Einsicht in das Wesen der Ursächlichkeit. Das Wesen der Causalität und aller darin enthaltenen Probleme soll erkannt werden. Wirklich erkannt ist nur das aus unbezweifelbaren Gründen Abgeleitete und Bewiesene. Also kann die wissenschaftliche Erkenntnisstheorie niemals das Unbe-

wiesene bejahen. Die Bejahung unbewiesener Lehren bildet das Wesen des Dogmatismus. Die Erkenntnisstheorie als Philosophie der Naturwissenschaft darf also nicht dogmatisch, noch irgend etwas sein, was aus dem Dogmatismus folgt. Jeder Dogmatismus, ob in der Religion oder in der Wissenschaft, behauptet ohne stichhaltigen Beweis. Das Behauptete ist also unbewiesen, mithin unsicher, und demnach zweifelhaft. So gebiert jeder Dogmatismus am Ende nothwendig den Skepticismus. Der Zweifel ist segensreich als Durchgangspunkt, unentbehrlich als Hülfsmittel zur Entdeckung der Wahrheit. Zum einzig gültigen System erhoben, wird aber der Skepticismus selbst zum Dogmatismus. Denn er behauptet: alles ist zweifelhaft. Beweisen kann er diesen Satz nicht, denn weder kennt er alles noch sind, seiner eigenen Aussage nach, Beweise stichhaltig, da ja alles, mithin auch Beweise zweifelhaft sind. «Alles ist zweifelhaft», dieser Satz ist wahr, also nicht zweifelhaft, mithin nicht alles zweifelhaft. Also ist der Grundsatz des Skepticismus weder bewiesen noch ausnahmslos allgemeingültig und widerspruchsfrei — demnach nichts als eine dogmatische Behauptung. Will also der Skepticismus consequent sein, so muss er sich selbst bezweifeln, also sein «alles ist zweifelhaft» verwandeln in den Satz: «Nichts ist wahr, nichts hat Gültigkeit». So wird er zum Nihilismus, der aber einmal sich selbst widerspricht, weil er sich für wahr hält, also seine allgemein gelten sollende Behauptung, dass nichts wahr ist, nicht allgemein gilt; zweitens dogmatisch ist, da er seine Behauptung nicht beweisen kann. Im Nihilismus wird aus dem Zweifel die Verzweiflung — es giebt weder auf theoretischem noch auf practischem Gebiete irgend etwas, woran man sich halten könnte. Tödtlicher Hunger ohne Stillung, geistige, sittliche, leibliche Entnervung sind die Folgen; in dieser Verzweiflung an allem und sich selbst ist aber der Mensch reif für den Rückfall in den rückhaltlosesten Dogmatismus. Wenn auf natürliche Weise etwas zu erkennen unmöglich ist, so bleibt nur noch die Hoffnung

auf eine übernatürliche Erleuchtung und Offenbarung, die, sich der Schwäche des Menschen erbarmend, ihm einen Strahl der Gnade sendet. Der Mysticismus ist der letzte unvermeidliche Nothhafen des Nihilismus. Skepticismus, Nihilismus, Mysticismus sind also nur Formen des Dogmatismus. Solange daher das menschliche Denken im Dogmatismus hängen bleibt, pendelt es gleichmässig durch jene genannten Unterformen desselben immer und immer wieder hindurch. Daher zeigt die ganze Geschichte der Philosophie uns gar kein anderes Schauspiel, als dass, welches auch die Objecte seien, über die man philosophirt, die Methoden des Philosophirens der Reihe nach sind: Dogmatismus, Skepticismus, Nihilismus, Mysticismus, Dogmatismus u. s. f. Dieser Kreislauf setzt sich ununterbrochen so lange fort, als nicht eine kritische Erkenntnisstheorie ihn ein- für allemal abschliesst und aufhebt. Unsere Erkenntnisstheorie darf nicht Dogmatismus, also auch nicht Skepticismus, Nihilismus, Mysticismus sein. Was bleibt? Es muss hier zunächst genügen, das Wort für die Sache zu geben, da diese erst ihr volles Wesen im Verlauf einer Darstellung der Philosophie der Naturwissenschaft enthüllen kann. Die Erkenntnisstheorie darf nur wissenschaftlich Bewiesenes bejahen. Der wissenschaftliche Beweis ist nur möglich durch allseitige Kritik. Das Gegentheil alles Dogmatismus ist mithin der Kriticismus. Wahre Beweise können sich nur auf wirklich Erkennbares, d. h. unserer Natur nach, mithin natürlich Erkennbares stützen. Natürlich Erkennbares kann nur durch die natürlichen Mittel des Erkennens d. h. durch erfahrungsmässige (empirische) Beobachtung festgestellt werden. Also ist das Wesen und der Inhalt unserer Erkenntnisstheorie allseitige Kritik auf Grund natürlicher Empirie oder um es kurz zu sagen: der kritische Empirismus. Sein eigenthümliches Wesen also hat die Philosophie der Naturwissenschaft zu entwickeln und darzustellen. Diese Aufgabe hat eine negative und eine positive Seite. In negativer Beziehung ist alles Dogmatische in unserem (vermeintlichen) Erkennen

als solches kritisch aufzuweisen und zu beseitigen — in positiver Hinsicht ist das kritisch Begründete als solches aufzustellen.

In welcher Form wird sich die gestellte Aufgabe am zweckmässigsten behandeln lassen? Nicht in der Form eines künstlichen Systems. Denn ein solches ist allemal auch ein gekünsteltes, da das Princip der Eintheilung und Vertheilung des Stoffes darin nicht aus der innersten Natur des behandelten Gegenstandes selbst geschöpft, sondern in Absicht auf irgend einen Zweck von aussen dem Stoffe aufgelegt wird. Das künstliche System zerreisst und verrenkt den natürlichen Zusammenhang der Dinge vermittelst des Fallbeils der logischen Schablone; es giebt keine sichere Bürgschaft dafür, dass der Gegenstand vollständig in allen seinen Theilen behandelt ist, da alle Theile eines Objectes sich nur aus seiner natürlichen Entwicklungsgeschichte erkennen lassen, während es andrerseits der Architektonik des Systems zu Liebe dem Gegenstande manchmal Theile andichtet, die derselbe in natura gar nicht besitzt. Wir müssen demnach womöglich unsere Aufgabe im Sinne des natürlichen Systems behandeln. Was «natürliches System» heisst, kann z. B. jede Pflanze uns lehren. Wollen wir wissenschaftlich genau sagen, was eine Eiche ist, so wäre es von geringem Werth, ein künstliches System ihrer Eigenschaften aufzuführen etwa in Gestalt einer logischen Definition. Wir müssten vielmehr genau die Entwicklung der Eiche aus ihrem Keime durch alle ihre Entwicklungsstufen hindurch verfolgen — nur so lernten wir alle ihre Eigenschaften und zwar in ihrem natürlichen Zusammenhange kennen; nur so gewönnen wir die der Wirklichkeit entsprechende Zusammenstellung d. h. das wahre *σύστημα* ihrer Beschaffenheiten. Das natürliche System kann in jedem Falle nur aus der Entwicklungsgeschichte eines Objectes erkannt werden. Auch die Erkenntnisstheorie muss daher entwicklungsgeschichtlich zu Werke gehen; sie muss uns die Entwicklungsgeschichte dessen, was wir Causalität genannt haben, die allmähliche Ausbildung dieser Vorstellung im Menschen nach den

verschiedensten Richtungen hin und durch all ihre Verzweigungen in die verschiedensten Wissenschaften hinein vorführen. Erkenntnisstheorie kann nichts anderes sein als die Entwicklungsgeschichte der Causalvorstellung, diese aber ist die «Philosophie der Naturwissenschaft», welche uns noth thut: sie lehrt den Dogmatismus überwinden, wo immer und wie immer er sich zeige, und durch die Einführung des wahren kritischen Empirismus in alle Gebiete macht sie die Naturwissenschaften im besten Sinne des Wortes philosophisch und die Philosophie im strengsten Sinne der Empirie wissenschaftlich.

Leipzig

Druck von Fischer & Wittig.

Neue

philosophische und naturwissenschaftliche Werke

aus dem Verlage von

Hermann Dufft in Jena.

Die Kunstlehre des Aristoteles.

Ein Beitrag zur Geschichte der Philosophie

von

Dr. A. Döring

Director des Gymnasiums und der Realschule I. Ordnung in Dortmund.

1876. VIII. 441. gr. 8°. broch. Preis 6 M.

Ueber den Werth der Geschichte der Philosophie.

Academische Antrittsrede

von

Dr. R. Eucken

Ord. Prof. d. Philosophie a. d. Universität Jena.

1874. 23. gr. 8°. broch. Preis 1 M. 20 Pf.

Acht psychologische Vorträge

von

Dr. C. Fortlage

Professor in Jena.

Zweite Auflage.

1872. VI. 331. gr. 8°. Preis 5 M., eleg. geb. 6 M.

Sechs philosophische Vorträge

von

Dr. C. Fortlage

Professor in Jena.

Zweite Ausgabe.

1872. VI. 238. gr. 8°. broch. Preis 4 M., eleg. geb. 5 M.

Vier psychologische Vorträge

von

Dr. C. Fortlage

Professor in Jena.

1874. VI. 136. gr. 8°. broch. Preis 3 M., eleg. geb. 4 M.

Descartes'

Lehre von den angeborenen Ideen.

Von

Dr. Ed. Grimm.

1873. IV. 77. gr. 8°. broch. Preis 1 M. 50 Pf.

Arnold Genlinx'

Erkenntnisstheorie und Occasionalismus

von

Dr. Ed. Grimm.

1875. VIII. 71. gr. 8°. broch. Preis 1 M. 50 Pf.

Ziele und Wege

der

heutigen Entwickelungsgeschichte.

Von

Ernst Haeckel.

1875. gr. 8°. broch. Preis 2 M. 40 Pf.

Die

Weltanschauung des Naturforschers.

Von

Dr. Ernst Hallier.

1875. XIII. 249. gr. 8°. broch. Preis 4 M., eleg. geb. 5 M.

Naturwissenschaft, Religion und Erziehung

von

Dr. Ernst Hallier.

1875. VII. 272. gr. 8°. broch. Preis 4 M.

Die

Grundlagen der Psychophysik.

Eine kritische Untersuchung

von

P. Langer.

1876. VI. 86. gr. 8°. broch. Preis 2 M. 40 Pf.

Ueber das Urogenitalsystem

des Amphioxus und der Cyclostomen

von

W. Müller.

Mit 2 Tafeln. 1875. 38. gr. 8°. broch. Preis 2 M.

Die Blutkrystalle.

Untersuchungen

von

W. Preyer.

Mit 3 farbigen Tafeln. 1871. VIII. 263. gr. 8°. broch. Preis 8 M.

Ueber die Erforschung des Lebens

von

W. Preyer.

1873. VII. 69. 8°. broch. Preis 1 M 80 Pf.

Das myophysische Gesetz.

Ueber elektrische Muskelreizung.

Von

W. Preyer.

1874. IX. 144. 12. gr. 8. broch. Preis 6 M.

Ueber die Aufgabe der Naturwissenschaft.

Ein Vortrag

von

W. Preyer.

1876. 45. gr. 8. broch. Preis 1 M. 80 Pf.

Handbuch

der

vergleichenden Anatomie

von

E. O. Schmidt.

Leitfaden bei zoologischen und zootomischen Vorlesungen.

Siebente, völlig umgearbeitete Auflage.

1876. VI. 402. gr. 8°. broch. Preis 6 M.

Herbert Spencer's

Erziehungslehre.

Mit des Verfassers Bewilligung in deutscher Uebersetzung herausgegeben

von

Dr. Fritz Schultze.

1874. VI. gr. 8°. broch. Preis 4 M., eleg. geb. 5 M.

Geschichte der Philosophie der Renaissance

von

Dr. Fritz Schultze.

Erster Band.

Georgios Gemistos Plethon und seine reformatorischen Bestrebungen.

1874. XII. 320. gr. 8°. broch. Preis 6 M.

Kant und Darwin.

Ein Beitrag zur Geschichte der Entwickelungslehre

von

Dr. Fritz Schultze.

1875. 278. gr. 8°. broch. Preis 4 M., eleg. geb. 5 M.

Ueber die Bedeutung

phylogenetischer Methoden für die Erforschung lebender Wesen

von

Dr. Ed. Strasburger.

Rede gehalten beim Eintritt in die philos. Facultät der Universität Jena am 2. August 1873.

1874. 30. Lex.-8°. broch. Preis 1 M. 20 Pf.

Studien über Protoplasma

von

Dr. Ed. Strasburger.

Mit 2 Tafeln. 1876. 86. gr. 8°. broch. Preis 2 M. 40 Pf.

Die Lehre

von der

praktischen Vernunft in der griechischen Philosophie.

Von

Dr. Julius Walter

Prof. d. Phil. a. d. Univ. Königsberg.

1874. XVIII. 573. gr. 8°. broch. Preis 11 M.

N.D. 81

STUDIEN

ÜBER

PROTOPLASMA.

VON

DR. EDUARD STRASBURGER. 1844 -

HIERZU 2 TAFELN.

JENA,
Verlag von Hermann Dufft.
1876.

EANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

Die folgende Abhandlung beschäftigt sich mit am lebenden Protoplasma beobachteten Structurerscheinungen, mit der Deutung der Hautschicht, mit einigen unmittelbaren Differenzirungsproducten des Protoplasma und mit Hypothesen über den molecularen Bau desselben. Eingeschoben in den Text sind Untersuchungen über pflanzliche Spermatozoiden und am Schlusse angehängt Beobachtungen über die Bildung der Cellulosemembran.

Dieses sei zur vorläufigen Orientirung über den Inhalt vorausgeschickt.

Meine Arbeiten über Zelltheilung bei Spirogyra orthospira veranlassten mich, auch die Wachsthumsvorgänge bei dieser Alge näher in's Auge zu fassen. Es fiel mir besonders auf, dass die protoplasmatische Hautschicht an rasch wachsenden Stellen der Zelle eine radiale Streifung zeigt. Vornehmlich an kurz zuvor befreiten Endflächen aus dem Verbande getretener Zellen des Fadens war diese Structur leicht zu sehen. Die Hautschicht erschien hier etwas stärker als an anderen Stellen derselben Zelle entwickelt und wie aus radial gestellten Stäbchen aufgebaut. Diese Structur schwand bei künstlichem Eingriffe in das Präparat. Auf der Innenseite der Hautschicht führen, wie ich das schon früher beschrieben, zahlreiche Ströme des Körnerplasma kleine Stärkekörner an jene Orte starken Wachsthums hin, wo dieselben zur Bildung der Cellulose verwerthet werden. [1])

Für die Pollenkörner der Coniferen schilderte Tschistiakoff einen ähnlichen Bau. Ihr „Primordialschlauch" soll aus dichtgedrängten, glänzenden, radial angeordneten Prismen bestehen. [2])

Aus den Angaben von Sachs war andererseits bekannt, dass auch die Hautschicht der Schwärmsporen von Vaucheria eine radiale Streifung zeigt: dieses konnte ich ebenfalls bestätigen. Bei Einwirkung concentrirter Essigsäure auf eben austretende Schwärmsporen zeigte sich mir deren aufquellende Hautschicht wie aus rechteckigen Kammern gebildet. Die radialen Wände dieser Kammern waren es, die am lebenden Objecte die Erscheinung der stark lichtbrechenden Stäbchen hervorgerufen hatten. Die Cilien schienen mir aus jenen Stäbchen zu entspringen.

---

[1]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 60 u. ff.

[2]) Botanische Zeitung 1875, p. 99.

So weit reichten meine früheren Beobachtungen[1]; ich wünschte nun noch genauere Data diesen Gegenständen abzugewinnen. Die Erfahrungen die ich mit Osmiumsäure inzwischen gemacht hatte, liessen mich hoffen, dass es mit derer Hülfe gelingen werde die Structur der Hautschicht und auch die Cilien, die sie trägt, dauernd zu fixiren. Dies gelang denn in der That, und bewährte sich die Osmiumsäure hier von Neuem in vorzüglichster Weise. Mit absolutem Alkohol gelang es mir zwar die Structur der Hautschicht, doch nicht die Cilien zu erhalten; in 1% Chromsäure litt auch der Bau der Hautschicht; nur die Osmiumsäure fixirte das Object so momentan, dass selbst die Cilien meist vollständig unverändert blieben. Die Osmiumsäure wurde hierbei in dem erfahrungsmässig beliebten Concentrationsgrade, nämlich einprocentig, gebraucht. Ich liess dieselbe nur wenige Minuten einwirken, worauf das Präparat, ohne weitere wesentliche Veränderung, in mit Alkohol verdünntem Glycerin aufbewahrt werden konnte. Einige der fixirten Objecte wurden noch mit Glycerin und alkoholhaltiger Carminlösung behandelt, um einige Structurverhältnisse, bei ungleich erfolgender Färbung, deutlicher hervortreten zu lassen. Ich habe die Schwärmsporen meist im Augenblicke ihres Austritts aus dem Sporangium mit Osmiumsäure übergossen, doch auch manche vergleichsweise erst auf späteren Stadien des Schwärmens. Als Untersuchungsmaterial diente mir nunmehr die echte Vaucheria sessilis, deren Schwärmsporen viel länger in Bewegung bleiben, als die der früher von mir untersuchten, der V. sessilis übrigens sehr nahe verwandten V. ornithocephala Hassal.

Die Structur der Hautschicht und der Cilien wird uns hier in vollkommenster Weise durch das Osmiumsäure-Präparat Fig. 3 vorgeführt. Wir sehen an diesem unzweifelhaft, dass die Hautschicht von dichteren Stäbchen durchsetzt wird. Diese Stäbchen stehen in relativ weiten Abständen seitlich von einander; die Interstitien zwischen denselben müssen im frischen Zustande mit sehr wasserreichem Plasma erfüllt sein, da sie in dem fixirten Präparate nur sehr spärlichen, feinkörnigen Inhalt führen. In frischem Zustande bricht nichts desto weniger auch das zwischen den Stäbchen befindliche Plasma das Licht stark genug, um der Hautschicht das Aussehen einer continuirlichen, nur eben radial gestreiften Substanz zu verleihen. Die Stäbchen setzen, wie das

[1] Vergl. Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 174—185.

Osmiumsäure-Präparat zeigt, oben und unten an eine äusserst zarte, continuirliche Plasmaschicht an. An der Innenseite ist diese Schicht übrigens nicht scharf gegen das Chlorophyllkörner führende Körnerplasma abzugrenzen. An schon erwähnten Osmium-Carmin-Präparaten (Fig. 4) erschienen die Hautschicht-Stäbchen in mittlerer Höhe etwas aufgequollen, dort dann auch am stärksten gefärbt, so dass die Hautschicht nunmehr, bei erster Ansicht, wie von einer mittleren Lage rother Kügelchen durchsetzt erschien.

Das Alkohol-Präparat Fig. 5a zeigt den Bau der Hautschicht fast eben so vollkommen wie am Osmiumsäure-Präparat erhalten. In der Oberflächenaussicht des gleichen Präparats (Fig. 5b) war die gegenseitige Vertheilung der Stäbchen am besten zu sehen.

Das Osmiumsäure-Präparat Fig. 3 lehrt uns nun auch auf das Bestimmteste, dass die Cilien der Vaucheria-Schwärmspore den dichteren Stellen der Hautschicht entspringen. Jedes Stäbchen scheint einer Cilie zur Stütze zu dienen. Die Cilien sind dünner als die Stäbchen und an den Osmium-Präparaten etwa 2 Mal länger wie diese.

Auf verschiedenen Entwickelungszuständen fixirte Sporangien lehrten mich, dass die Structur der Hautschicht gleichzeitig mit deren messbarer Ausbildung kenntlich wird. Diese Ausbildung beginnt aber am vorderen Ende der Schwärmspore und schreitet von hier nach rückwärts fort. Die Hautschicht wird schliesslich auch am vorderen Ende etwa doppelt so stark als am hinteren Ende entwickelt; sie nimmt gleichmässig von vorne nach hinten zu ab.

Um mich über die Entstehungsweise der Cilien zu orientiren, griff ich auf frische Objecte zurück, und zwar, weil es mir da beliebig leicht gelang, die Hautschicht von der Sporangiumwand zurücktreten zu lassen. Ich schnitt das Ende eines Vaucheria-Schlauches, welcher mir ein Sporangium in erwünschtem Entwickelungszustande zu tragen schien, mit einer scharfen Scheere ab, brachte das betreffende Stück, für sich allein, in Wasser unter ein feines Deckglas, stellte das Object bei starker Vergrösserung ein, und begann nun mit Fliesspapier am Rande des Deckglases Wasser zu entziehen. Bald wurde unter dem Drucke des Deckglases das Sporangium abgeflacht, dann unter der Spannung des Sporangiuminhaltes die Querwand an der Basis des Sporangium, seltener, und zwar meist nur bei relativ älteren Sporangien, der Scheitel desselben durchbrochen. Ich konnte

nun nach Belieben mehr oder weniger Inhalt aus dem Sporan-
gium austreten lassen, da mit der Entfernung des Fliesspapiers
sofort die Entleerung aufhörte; auch konnte ich bei Anwendung
entsprechend breiter Fliesspapierstreifen den Ausfluss reguliren,
dass er nicht zu stürmisch erfolge. Wurde nun bei entsprechen-
der Abflachung und theilweiser Entleerung eines Sporangium
etwas Wasser dem Präparate vorsichtig zugefügt, so konnte man
meist in dem zu seiner ursprünglichen Gestalt annähernd zurück-
kehrenden Sporangium die Hautschicht der Schwärmspore, an
vielen Orten noch unversehrt, von der Wand des Sporangium zu-
rücktreten sehen. Solche Objecte auf verschiedenen Zuständen
und bei unzählige Male wiederholter, entsprechender Behandlung
untersucht, lehrten mich, dass die Bildung der Cilien der Diffe-
renzirung der Hautschicht auf dem Schritte folgt und nicht wenig
an die Bildung der „Pseudopodien" erinnert. Erst kurz vor der
vollen Reife der Schwärmspore sind die Cilien völlig aus-
gebildet; sie liegen, wohl stets nach vorn gerichtet, der Ober-
fläche der Hautschicht dicht an und erheben sich zu sofortigem
Schwingen, wenn die Hautschicht von der Sporangienwand zurück-
getreten ist. Auf etwas jüngeren Zuständen findet man die
Cilien kürzer und an der Spitze mit kleiner, knopfförmiger An-
schwellung versehen. Das Knöpfchen erscheint im Verhältniss
grösser, je kürzer die Cilien sind. In erster Anlage stellen die
Cilien endlich nur kleine, den inneren Stäbchen in ihrer Stellung
entsprechende Höcker an der Hautschicht dar.

Der Rückzug der Hautschicht von der Sporangienwand ver-
anlasst für alle Fälle die rasche Ausbildung der angelegten
Cilien, indem die Knöpfchen sich zu dem noch fehlenden Cilien-
stücke strecken. Daher das eigenthümliche Schauspiel das unter
solchen Umständen die zurückweichende Hautschicht gewährt:
zunächst dicht an ihrer Oberfläche kleine, kurz gestielte Tröpf-
chen, die immer kleiner und zugleich länger gestielt werden
und alle nach Verlauf weniger Minuten schwinden. Die Aus-
bildung der Cilien wurde um so rascher vollendet, je vorge-
schrittener man deren Anlage vorfand, das heisst, je kleiner die
Knöpfchen und je länger ihre Stiele waren. Bei relativ junge
Schwärmsporen, kurz nach Differenzirung ihrer Hautschicht, zeigte
die Cilien auch nach voller, künstlich hervorgerufener Ausbildung
nicht die Länge, die sie sonst bei normaler Ausbildung erreicht
hätten; auch werden sie meist nur in geringer Zahl ausgebildet.

Ich verglich vorhin die Entwickelung der Cilien, wie sie sich

hier aus der Beobachtung ergiebt, mit der Bildung der „Pseudopodien", und zwar weil letztere bei Rhizopoden in manchem Sinne ähnlich fortschreitet. Auch dort zeigen die sich verlängernden Pseudopodien ein kolbenförmig angeschwollenes Ende.[1]) Das Gleiche fand ich übrigens auch im Innern der Spirogyra-Zellen, wenn freie Protoplasmaströme in das Zelllumen entsendet wurden. Die terminale Anschwellung lieferte hier augenscheinlich das Material zur unmittelbaren Verlängerung des Stromes.[2])

Die für Anlage und Wachsthum der Cilien an den Vaucheria-Schwärmsporen gewonnenen Daten werden wohl auch in gleichem Maasse für die Cilien der Oedogonium-Schwärmspore gelten, wenigstens lassen sich diese Daten mit meinen früher an den Oedogonium-Schwärmsporen gemachten Beobachtungen sehr wohl vereinigen.[3])

So lange die Vaucheria-Schwärmspore der Sporangium-Wandung dicht anliegt, kann man von ihren zarten, der Hautschicht angedrückten Cilien nichts bemerken, und selbst in flachgedrückten Sporangien sind dann höchstens feine Punkte an der äusseren Contour der Hautschicht zu erkennen.

An reifen Schwärmsporen fangen die Cilien beim Zurücktreten der Hautschicht sofort im ganzen Umfang des Körpers und zwar so rasch zu schwingen an, dass sie unsichtbar werden. Die noch in Ausbildung begriffenen Cilien beginnen meist ebenfalls sich zu bewegen, doch um so langsamer und unvollkommener, je mehr sie in ihrer Entwickelung zurückstehen.

Nach kürzerem oder längerem Schwingen werden die Cilien in ähnlicher Weise eingezogen, wie sie gebildet wurden. Man sieht an der Spitze der Cilien ein Knöpfchen auftreten, das an Grösse zunimmt in dem Maasse als sich die Cilie verkürzt, und dann schliesslich in die Hautschicht aufgenommen wird.

Da es mir fraglich erscheinen konnte, ob der Vorgang an künstlich von der Sporangiumwand entfernten Schwärmsporen ein normaler sei, so fasste ich den Entschluss, ihn auch an natürlich befreiten Schwärmsporen zu verfolgen. Um nicht auf die jedesmalige Entleerung einzelner Sporangien warten zu müssen, fing ich schwärmende Sporen aus einem grossen Gefässe auf.

---

[1]) Max Schultze, das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen 1863, p. 24.

[2]) Ueber Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 44—45.

[3]) Ebendas., p. 171.

Die Schwärmspore wurde erst mit der Loupe aufgesucht und dann mit einem kleinen elfenbeinernen Ohrlöffel aus dem Gefässe gehoben. Es gelingt das leicht wenn man den Löffel ganz untertaucht und ihn dann in horizontaler Lage langsam emporhebt. Man bekommt so die Schwärmspore meist völlig unversehrt und kann sie leicht in den Tropfen auf dem Objectträger bringen.

Die Schwärmsporen wurden hier so lange in ihrer Bewegung verfolgt, bis sie zur Ruhe kamen. Ihre Cilien blieben dann plötzlich stehen, um nach einer Weile eingezogen zu werden. Wie ich weiter zeigen will, hat die Schwärmspore schon während ihrer Bewegung eine äusserst zarte Cellulose-Membran gebildet, in welcher jedenfalls, den Insertionsstellen der Cilien entsprechend, feine Oeffnungen zurückgeblieben sind [1]); durch diese nun werden die Cilien eingezogen. Ihr Einziehen ist mit einer Contraction der Hautschicht verbunden, welche in jenem Augenblick ihr eine gefaltete Oberfläche gibt; einige Secunden später ist ihre Oberfläche wieder völlig glatt geworden. Man sieht alle diese Erscheinungen am leichtesten, wenn es gelungen ist die Schwärmspore durch sehr leisen Deckglasdruck festzuhalten. Ihre Cilien bewegen sich noch für eine kurze Zeit, welche meist genügt, um sie mit starker Vergrösserung einzustellen.

Aehnliche Faltungen beim Einziehen der Cilien konnte ich auch hin und wieder an der Hautschicht der künstlich von der Sporangiumwand entfernten Schwärmspore sehen.

Bei den Schwärmsporen von Oedogonium liess die sog. Mundstelle, welche aus Hautschicht gebildet wird und deren Hinterrand die Cilien trägt, keine der Hautschicht der Vaucheria-Schwärmsporen ähnliche Structur erkennen. [2])

An der Hautschicht der Ulothrix-Schwärmspore ist am vorderen Ende nur eine kleine, knotenförmige Verdickung zu sehen, der die vier langen Cilien entspringen. [3])

Somit ergibt sich die geschilderte Structur der Hautschicht und ihr Verhältniss zu den Cilien bei den Vaucheria-Schwärmsporen als eine besondere Anpassung, wenn auch das Vorkommen radiärer Streifung in der Hautschicht auch an anderen Orten die Vermuthung

---

[1]) Wie solche für den Durchgang der Cilien bei den Volvocinen bestehen.

[2]) Ueber Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 171.

[3]) Ebendas., p. 166.

erweckt, dass das Auftreten derselben durch die Molecularstructur der Hautschicht im Allgemeinen begünstigt werde.

Der Körper der Spermatozoiden bei Farnen und Equiseten, den ich wohl mit den stärksten und besten jetzt vorhandenen Linsensystemen prüfen konnte, lässt weder besondere Structur noch besondere Einrichtungen für die Insertion der Cilien auffinden. Ich untersuchte die Prothallien mehrerer Adiantum-, Asplenium- und Pteris-Arten und Dank der Gefälligkeit des Herrn Prof. Sadebeck auch die Prothallien von Equisetum arvense. Um die Spermatozoiden eingehend studiren zu können, fixirte ich sie mit 1% Osmiumsäure, was in der vorzüglichsten Weise, mit vollständigster Erhaltung des Körpers und der Cilien gelingt. Abgesehen nun von der verschiedenen Zahl, der verschiedenen Weite und Steilheit der Windungen, der wechselnden Dicke des Körpers bei den verschiedenen Spermatozoiden, fand ich letztere stets von einem in seiner ganzen Masse homogenen, stark lichtbrechenden Bande gebildet. Dieses Band ist nirgends hohl und zeigt an jedem Punkte seines Verlaufes einen annähernd elliptischen Querschnitt. Die Cilien werden nur von der vordersten Windung des Bandes getragen; sie entspringen ihr unmittelbar, ohne besonders markirte Anheftungsstellen. Die Spermatozoiden der Farne tragen zwischen den hinteren Windungen ihres Körpers eine Blase, von der ich früher zu zeigen versuchte [1]), dass sie der mittleren, von einer Plasmahöhle umgebenen Vacuole entspricht, welche nach Auflösung des Zellkernes und Ansammlung des Protoplasma an der Wand der Mutterzelle, in deren Innerem auftritt. Um diese Vacuole hat sich das Spermatozoid gebildet, und es nimmt dieselbe nach Befreiung aus der Mutterzellhaut mit auf den Weg. Ich halte diese Blase nun nicht für den integrirenden Theil des Spermatozoiden [2]), wie ja das die oft genug bestätigte Thatsache lehrt, dass die Blase sich vom Spermatozoiden loslösen kann und keinesfalls bei der Befruchtung mit zur Verwendung kommt. Somit, da diese Blase allein körnige Bildungen enthält, bleibt für den Begriff des Spermatozoiden hier nur das aus homogenem, starklichtbrechendem Plasma gebildete, solide, mit Cilien am vorderen Ende versehene Band zurück. Ich hebe das ausdrücklich hervor, weil in der letzten Zeit wiederholt von Zoologen an

[1]) Jahrb. f. wiss. Bot., VII, p. 394.
[2]) So auch Sachs, Lehrbuch, IV. Aufl., p. 418.

mich die Frage gerichtet wurde, ob denn die Spermatozoiden im Pflanzenreiche nicht nothwendig auch einen Zellkern aufzuweisen hätten. Es hängt diese Frage mit der Bedeutung zusammen, welche jüngst der Zellkern bei der Befruchtung gewonnen. Ich bin nun der Meinung, dass diese nach Auflösung des Zellkernes der Mutterzelle gebildeten Spermatozoiden in der That die Elemente des Zellkernes in sich aufnehmen, dass es aber bei der Befruchtung auf Kernsubstanz, nicht auf den morphologisch als solchen differenzirten Zellkern, ankomme.

Bei den Spermatozoiden von Equisetum ist bekanntlich der hintere Theil des Körpers sehr dick im Verhältniss zum vorderen und seine Windung sehr steil; im Uebrigen ist auch hier der Körper bandförmig, von annähernd elliptischem Querschnitt in seinem ganzen Verlauf; an der vorderen Windung mit langen Cilien besetzt. Der Innenseite des steilen, hinteren Körperabschnittes klebt die Blase an, welcher auch hier die gleiche morphologische Bedeutung wie bei den Farnen zukommt. Auch hier ist es diese Blase allein, welche körnige Bildungen, wie bei den Farnen, vornehmlich Stärkekörner, einschliesst, und halten sich ihre Körner besonders an der dem Spermatozoiden-Bande zugekehrten Seite der Blase auf. Das Band selbst wird in seiner ganzen Ausdehnung von homogenem, stark lichtbrechendem Plasma, ohne innere Höhlungen, gebildet. Es endet gewöhnlich stumpf (Fig. 7, 9, 14), seltener verjüngt (Fig. 8, 10). Die Blase haftet meist der Innenseite des Bandes an und wird bei Streckung desselben mit in die Länge gedehnt. Daher Bilder wie die von mir in Fig. 7, 8 und 10 abgebildeten. Aehnliche Bilder mögen Hofmeister zu der Annahme geführt haben, das wimperlose Hinterende sei bei den Spermatozoiden der Equisetaceen an der Innenkante seiner Schraubenwindung deutlich zu einem häutigen, flossenähnlichen Anhängsel verbreitet, welches während der Vorwärtsbewegung in schneller Undulation sich befindet.[1]) Was Hofmeister zu dem weiteren Ausspruch veranlasste: „bei den Spermatozoiden der Farnkräuter findet muthmasslich dasselbe Verhältniss statt[2]),“ ist mir unbekannt.

In manchen Fällen kann sich die Blase gegen die steile Innenfläche der Spermatozoiden abrunden und sich von derselben mehr oder weniger ablösen; man findet sie manchmal auch den

---

[1]) Zuletzt in: Lehre von der Pflanzenzelle 1867, p. 33.

[2]) Ebendas.

vorderen, engen Windungen anhaftend (Fig. 12).[1]) In anderen Fällen hat das Spermatozoid dieselbe ganz abgeworfen (Fig. 14). Dann wird das Spermatozoid nur noch von dem stark lichtbrechenden Bande gebildet, dem an der Innenseite noch einige Körnchen anhaften können (Fig. 9). Gegen das Ende der Schwärmzeit erscheint die Blase an den Spermatozoiden sowohl bei Farnen als bei Equiseten durch Wasseraufnahme oft um das Vielfache ihres ursprünglichen Volumens ausgedehnt.

Ich erlaube mir in den Figuren 7—14 eine Anzahl Abbildungen der Spermatozoiden von Equisetum arvense zu geben und zwar nach Präparaten die ich durch Uebergiessen eben ausgeschwärmter Spermatozoiden mit 1% Osmiumsäure gewann.[2])

Wenn nun die Frage aufgeworfen würde: ob die Spermatozoiden der Gefässkryptogamen, da sie im obigen Sinne nur aus einem homogenen Bande mit Cilien bestehen, dennoch als Zellen aufzufassen seien? — so möchte ich die Frage bejahen.

Verfolgt man nämlich die Spermatozoiden nach rückwärts bis in die Algen hinein, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass sie den dort vorkommenden Spermatozoiden, deren Zellnatur gar nicht angezweifelt werden darf, homolog sind. Man kann sich vorstellen, dass sie durch Modification solcher Spermatozoiden, wie etwa derjenigen von Oedogonium, langsam entstanden sind, und dann lässt sich ihre Bildung aus dem Inhalte der Mutterzelle mit Ausschluss der centralen Blase, als eine Art freier Zellbildung auffassen.[3])

Ein radiärer Bau, der vielleicht Aehnlichkeit mit dem bei Spirogyra und Vaucheria geschilderten besitzt, wird von Ed. van Beneden für die Hautschicht der Eier der Seesterne angegeben. „Die Hautschicht," schreibt er, „ist heller und weniger körnig als die innere Masse, sie zeigt ausserdem eine zarte, radiale Streifung, die der inneren Masse zu fehlen scheint." Ed. van Beneden gibt die Stärke dieser Hautschicht auf beiläufig ein Drittel des Radius des Dotters an.[4])

---

[1]) Vergl. auch Schacht, die Spermatozoiden im Pflanzenreiche, 1864, p. 10.

[2]) Alle Spermatozoiden von Equisetum arvense erschienen mir in gleicher Richtung gewunden Die umgekehrte Richtung in Fig. 14 rührt daher, dass dieses Spermatozoid mit seiner Spitze nach unten liegt.

[3]) Vergl. Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 192.

[4]) Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du premier noyau embryonnaire. Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2ème Sér. T. LXI, Nr. 1, Janvier 1876. Des Separatabdruckes, p. 23.

Mehrere Beispiele einer Streifung der Hautschicht liessen sich noch der thierischen Histologie entnehmen, doch sind die bezüglichen Angaben meist nicht der Art, dass wir sie hier direct verwerthen könnten.

Sehr nahe lag es hingegen, an einen Vergleich der in der Hautschicht verschiedener Infusorien beobachteten Stäbchen, der sog. Trichocysten, mit den Stäbchen in der Hautschicht der Vaucheria-Sporen zu denken. Ein Bild, wie es Paramecium aurelia an seiner Peripherie bietet, ist in der That nicht unähnlich demjenigen der Peripherie einer Vaucheria-Schwärmspore. Man hätte meinen mögen, dass auch bei den Infusorien die Stäbchen als Stütze der Cilien dienen; vorhandene Angaben, namentlich die von Wrześniowski [1]), beweisen aber sicher, dass jene Stäbchen in keinem Verhältniss zu den Cilien stehen, vielmehr unter Umständen ausgestossen werden können und wohl als Waffen dienen.

Auch an der Hautschicht der Plasmodien bei den Myxomyceten hat Hofmeister eine bestimmte Structur beobachtet. „Häufig [2]),“ schreibt er, „tritt eine radiale, auf den Flächen senkrechte Streifung hervor, wenn das Mikroskop auf den optischen Durchschnitt derselben eingestellt wird: eine Streifung, die auf der Nebeneinanderlagerung stärker und schwächer lichtbrechender, dichterer und minder dichter, weniger und mehr Wasser haltender, zur Fläche der Membran vertical gestellter Theilchen beruht. Seltener ist eine Zusammensetzung aus der Fläche der Hautschicht parallelen, abwechselnd stärker und schwächer lichtbrechenden Lamellen zu erkennen, doch kommt sie bisweilen neben jener radialen Streifung oder auch ohne dieselbe vor.“ Am deutlichsten will Hofmeister diese Verhältnisse an im Einziehen begriffenen dünnen Aesten der Plasmodien von Aethalium septicum gesehen haben; auch gibt er an [3]), ähnliche Erscheinungen habe de Bary unter gleichen Verhältnissen an den Plasmodienästen von Didymium serpula und von Aethalium beobachtet. De Bary schreibt an der von Hofmeister citirten Stelle: „Wo ein Zweig eingezogen wird, da nehmen die centripetalen Strömungen an Energie stetig zu, die centrifugalen ab, und in gleichem Maasse verschmälert und verkürzt

---

[1]) Archiv f. mikr. Anat., Bd. V, 1869, p. 41.

[2]) Lehre von der Pflanzenzelle, 1867, p. 24 und Fig. 8, p. 25.

[3]) l. c., p. 24 Anm.

sich der Zweig. Bei Aethalium und Didymium serpula sah ich oft, wie jede neue in einen Zweig laufende, centrifugale Strömung immer weiter von dem Zweigende aufhörte, dem Zweige also immer weniger und zuletzt gar keine Körner mehr zugeführt wurden, während die Grundsubstanz sich äusserst langsam zusammenzog. Der zuletzt ganz körnerfreie Ast nimmt dabei oft eine eigenthümliche Beschaffenheit an. Seine Peripherie wird von einer dicken, glänzenden Lage von Grundsubstanz gebildet, an welcher die Randschicht nicht mehr kenntlich ist, welche dagegen auf ihrer ganzen Aussenfläche mit spitzen, abstehenden Fortsätzen, wie mit feinen Stacheln dicht bedeckt ist. Zuweilen hat es den Anschein, als sei die ganze eben erwähnte Lage der Grundsubstanz aus dicht gedrängten, zur Oberfläche senkrechten Stäbchen zusammengefügt, deren äussere Enden die stachelähnlichen Fortsätze bilden, doch konnte ich dies nicht bestimmt erkennen." [1])

Diese von de Bary gegebene Schilderung der Randdifferenzirung scheint mit derjenigen übereinzustimmen, welche Hofmeister bei längerer Einwirkung concentrirter Lösungen von Zucker, Glycerin, Kalisalpeter oder Kochsalz auf Plasmodien beschreibt [2]), deren hyaliner Saum sich dann mit stacheligen, dicht stehenden Fortsätzen bedeckt. Die am weitesten vorragenden Stellen der Aussenfläche sollen dann diejenigen grösster, die am tiefsten eingesenkten diejenigen geringster Dehnbarkeit sein.

Die gleichen Erscheinungen hatte auch schon Kühne unter ähnlichen Einflüssen, vornehmlich aber bei Einwirkung einprocentiger Rhodan-Kalium-Lösung beobachtet. Dabei wurden die meisten Stämme der Plasmodien in Kugeln verwandelt, deren hyaliner Saum sich dann zerklüftete. „Zuerst zeigte sich eine ungeheure Menge feiner, radiärer Streifungen,... an der äussersten Peripherie bildeten sich schöne, stachelige Fortsätze, mit denen das Ganze dicht besetzt erschien, und die Basis des Saumes zog sich zu einer schmäleren, glasglänzenden Schichte zusammen." „Man brauchte die Salzlösung nur durch destillirtes Wasser zu verdrängen, um sämmtliche stachelige Fortsätze in die Kugeln zurückzutreiben. Der glatte, hyaline Saum bildete sich zuerst wieder, verschmälerte sich später, wurde unregelmässig nach innen und aussen und die Contractionen mit der davon abhängigen

---

[1]) Die Mycetozoen, II. Aufl. 1864, p. 46.

[2]) Die Lehre von der Pflanzenzelle, p. 27.

Körnchenströmung begannen von Neuem. Indessen dauerte dies Alles nicht lange, sondern unter Austritt von schleimigen, zitternden Klümpchen ging das Protoplasma zu Grunde.“ [1])

Meine eigenen Untersuchungen bezogen sich vornehmlich auf die Plasmodien von Aethalium septicum, die ich in unzähligen Exemplaren studirt habe. Zum Zweck der Herstellung von Präparaten, die unmittelbar auch bei stärkster Vergrösserung zu beobachten wären, liess ich die Plasmodien von der Gerberlohe auf vertical aufgestellte Objectträger kriechen, über deren eine Fläche ein äusserst schwacher Wasserstrom mit Hülfe eines Saugapparates einfachster Art, der aus einem Fliesspapierstreifen bestand, geleitet wurde. In halber Länge der benetzten Fläche, ob direct auf dem Objectträger, ob durch zarte Schutzleisten von demselben getrennt, war je ein dünnes Deckglas angebracht. Das Ganze setzte ich in einen dunklen Kasten, um die Bewegungsrichtung der Plasmodien der Beeinflussung durch das Licht zu entziehen. Alle die reich verzweigten Plasmodien, die ich zur Untersuchung wählte, bewegten sich nun fast vertical aufwärts an den befeuchteten Glasflächen und es geschah häufig, dass sie das Deckglas erreichend, mit mehreren Zweigen unter dasselbe krochen, ja selbst da, wo das Deckglas, ohne Schutzleisten, direct an dem feuchten Objectträger haftete. In den letzten Fällen bekam ich besonders zarte Ströme, die vorzüglich für die Beobachtung geeignet waren. Wenn ich während der Untersuchung einen continuirlichen Wasserstrom unter dem Deckglas durchleitete und das Object gegen Druck gesichert war, so konnte es sich nach überwundener, erster Störung normal weiter bewegen. Wurde das Präparat durch das Deckglas wenn auch noch so schwach gedrückt, oder stieg durch fortgesetzte Verdunstung des zugeführten Brunnenwassers der Salzgehalt desselben, so pflegte das bekannte langsame Einziehen der Zweige des Plasmodiums zu beginnen.

Da beobachtete ich nun Erscheinungen, welche sich durchaus an die von de Bary geschilderten anschlossen. Sehr häufig geschah es, dass die Enden der in Einziehung begriffenen Zweige solche Bilder, wie die in Fig. 16, Taf. II oder Fig. 11 und 12, Taf. III, l. c. bei de Bary abgebildeten zeigten. Dagegen wollte es mir leider nicht gelingen, einen Zustand zu finden, welcher der

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität 1864, p. 83.

von Hofmeister (l. c., p. 25) dargestellten Figur entsprochen hätte, ungeachtet letztere auch von Aethalium septicum entstammen soll.

De Bary will die stachelige Differenzirung der Peripherie bei den in Einziehung begriffenen Zweigen erst gesehen haben, wenn die Grundsubstanz derselben ganz von Körnchen entleert war; ich beobachtete sie an Zweigen noch vor deren Entleerung und kann auf das Bestimmteste behaupten, dass die auftretenden Fortsätze nicht der Grundsubstanz des Körnerplasma, sondern der Hautschicht des Plasmodium angehören. Meine Figuren 15—19 zeigen dies deutlich. Ich habe manchmal wie in Fig. 15 die Fortsätze schon sehr frühzeitig, gleich beim Beginn der Einziehung, auftreten sehen. Bei starker Vergrösserung war es leicht zu verfolgen, wie beim Zurückweichen einzelne Stellen der Hautschicht hinter den anderen zurückblieben, so zu feinen, stachelartigen Gebilden werdend.

Es ist wohl denkbar, dass die zurückbleibenden Stellen denjenigen grösserer Dichtigkeit, die zurückweichenden denjenigen geringerer Dichtigkeit in der Hautschicht entsprechen. Die Retardirung wird nicht etwa durch ein stärkeres Anhaften der zurückbleibenden Stellen an der Unterlage bedingt, da die Fortsätze im ganzen Umfange des Zweigendes gleichmässig erzeugt werden. Diese Fortsätze können oft eine bedeutende Länge erreichen, dann sieht das Zweigende wie mit langen Wimpern besetzt aus (Fig. 19). Sehr eigenthümlich machten sich die Fortsätze an manchen Verbindungszweigen, die in zwei entgegengesetzten Richtungen eingezogen wurden. Solche Zweige werden dann in den von ihren Ansatzstellen gleich entfernten Orten immer dünner und bestehen dort schliesslich nur aus Hautschicht; gleichzeitig erscheinen sie dann mit kürzeren oder längeren Stacheln besetzt, welche der Richtung der rückläufigen Ströme entgegen gerichtet sind und somit an den beiden Hälften des Verbindungszweiges umgekehrte Orientirung zeigen (Fig. 20).

Bei beginnendem Rückzug eines Zweiges kann die Hautschicht auch unregelmässige, wulstige Auftreibungen bilden (Fig. 21). Häufig folgt letzteren alsbald die Bildung der stacheligen Fortsätze. Oefters entstehen derartige wulstige Auftreibungen auch tiefer an einem Zweige, welcher an seiner Spitze die stacheligen Fortsätze erzeugt (Fig. 18 u. 19). Gewöhnlich deutet dann dieser Ort den nächsten Punkt an, bis auf welchen der Zweig eingezogen werden wird (Fig. 18).

Wenn ein Zweig beim Rückzug die stacheligen Fortsätze

gebildet hat, beim Eintritt günstiger Umstände aber von Neuem vorzuschreiten beginnt, so werden die Fortsätze in die vordringende Hautschicht wieder aufgenommen. Sind die Fortsätze kurz zuvor gebildet worden, so erfolgt ihre Aufnahme sehr leicht; ist ihre Bildung etwas älteren Datums, so scheint ihre Aufnahme in die Hautschicht mit Schwierigkeiten verbunden zu sein. Da sah ich den Zweig an seinem Ende oft erst bedeutend anschwellen und dann die mit Fortsätzen besetzte Stelle mit einem Ruck aufgerissen werden; neue Hautschicht drang an solchen Orten hervor, alsbald von dem Körnerplasma gefolgt; die stacheligen Fortsätze kamen dann zu den beiden Seiten des neuen Zweiges zu stehen. Eine Abgrenzung der sie tragenden Hautschicht gegen die neu vorgedrungene war übrigens bald nicht mehr zu sehen.

Die geringfügigsten Differenzen, in ihrem Vorhandensein kaum festzustellen, beeinflussen die Gestalt der vordringenden Zweigenden: bald sind letztere gleichmässig abgerundet, bald verschieden ausgebuchtet, theils mit zugespitzten, theils mit rundlichen Vorsprüngen (Fig. 22). Solche Erscheinungen und Differenzen treten auch bei spontanem Einziehen einzelner Zweige auf. Manchmal sieht man dann Bilder, welche an die Stachelbildung erinnern, nur dass die einzelnen Stacheln in ihrer ganzen Länge viel breiter sind, als wären sie aus der Verschmelzung je mehrerer hervorgegangen; die Zweigspitze erscheint dann wie gezähnt. Zwischen solchen gezähnten Rändern und den unregelmässig gebuchteten finden sich Uebergänge.

Ich fixirte eine Anzahl Plasmodien mit 1 % Osmiumsäure, was ebenfalls in der vorzüglichsten Weise gelingt. Fig. 23 zeigt einen im Vorschreiten begriffenen Zweig, der auf diese Weise behandelt wurde und den ich nun erstarrt in Glycerin aufbewahre.

Die merkwürdigsten Bilder bekam ich bei Fixirung der Plasmodien mit 1 % Chromsäure. Wie Fig. 24 nämlich zeigt, war unter dem Einfluss dieses Reagens an den Zweigenden oft das Umgekehrte von dem, was wir bisher gesehen, eingetreten. Die Hautschicht zeigte sich da nämlich in einzelne Stäbchen aufgelöst, die aber nicht der gemeinsamen Unterlage eingefügt waren, vielmehr von einer gemeinsamen Hüllhaut an ihren Spitzen verbunden, an ihrer Basis hingegen zum grossen Theile frei und so unmittelbar auf die Substanz des Körnerplasma stossend. Es mag durch die Chromsäure im ersten Augenblick nur die Peripherie des Plasmodium fixirt werden und die sich eine Weile noch zurückziehende Innenmasse solche Erscheinungen veranlassen.

Ich behandelte dann auch ein im stärksten Rückzug befindliches, stark mit freien, stäbchenähnlichen Fortsätzen bedecktes Plasmodium mit 1 % Chromsäure. Die Stachel wurden erhalten, doch erschienen sie häufig an ihrer Spitze kegelförmig angeschwollen und ausgehöhlt; bei manchen geschah Letzteres in der ganzen Höhe, sie erschienen dann beutelförmig. Es hatten hier eben Vacuolen in den Fortsätzen vor deren schliesslicher Fixirung sich bilden können (Fig. 25 und 26). An den gleichen Präparaten war die Hautschicht oft membranartig niedergeschlagen worden und das Körnerplasma hatte sich dann von ihr an manchen Orten zurückgezogen, so dass nur noch feine Fäden, aus Grundsubstanz des Körnerplasma gebildet, beide verbanden (Fig. 26). Solche Figuren erinnern an Bilder, wie sie bei der Ausbildung mancher Fruchtkörper der Myxomyceten zu sehen sind.[1])

Ich habe mich im Vorhergehenden auf die Schilderung der Strömung selbst, als so oft schon gegeben, nicht eingelassen und führe hier nur zum Schlusse die Figur 27 noch vor, welche ein älteres Stammstück aus dem Inneren des Aethalium-Plasmodiums zeigt. Das Körnerplasma war hier in Strömung, so weit es die Linien im Inneren andeuten. Das Verhältniss des Körnerplasma zur Hautschicht ist in der Abbildung streng eingehalten; ausserdem ist das Stammstück von einer Gallertscheide, de Bary's Hülle, und von den, derselben ein- oder meist aufgelagerten Körpern umgeben, die ich sammt der Hülle für Ausscheidungen: für Excremente halte.

Im Innern der Hautschicht habe ich hier keine Structur beobachten können, weder an frischen noch an künstlich behandelten Objecten; nichtsdestoweniger möchte ich in der so constanten Bildung feiner Fortsätze an den im Rückzug begriffenen Zweigenden, mit Hofmeister, den Ausdruck von Dichtigkeitsunterschieden erblicken, welche in der Moleculär-Structur dieser Hautschicht ihre Begründung finden.

Es haben in letzter Zeit Heitzmann[2]) und Frommann[3]) darauf hingewiesen, dass die Grundsubstanz des Körnerplasma oft einen

[1]) Vergleiche Taf. VIII der bereits erschienenen polnischen Ausgabe der Mycetozoen von Rostafiński.

[2]) Sitzber. d. W. Ak. d. Wiss. von April bis Juni, 1873.

[3]) Jenaische Zeitschr. f. Naturw., IX. Bd. 1875, p. 280.

netzförmigen Bau zeige. Ich selbst beobachtete einen solchen Bau in den Eiern der Coniferen und Gnetaceen und wies darauf hin, wie man zwischen Vacuolen und Kammern im Körnerplasma unterscheiden müsse.[1]) Vacuolen sind Tropfen einer wässerigen Flüssigkeit im Plasma, die Kammern dagegen werden gebildet, wenn das Plasma in dünnen, netzförmig verbundenen Platten die Zellflüssigkeit durchsetzt.

Von derartigen Protoplasmakammern wird auch der vordere, helle Raum im Inneren der Vaucheria-Schwärmsporen meist vollständig durchsetzt (Fig. 2).[2]) Stellt man auf denselben scharf ein, so kann man leicht bemerken, wie die Kammern langsam ihre Gestalt verändern.

Eine ähnliche, kämmerige Anordnung des zum grossen Theil mit Chlorophyllkörpern beladenen Körnerplasma zeigen die Zellen der Cladophora.

Andererseits hat Velten auch eine entsprechende Vertheilung des Körnerplasma in Pflanzenhaaren beschrieben. „Für einzelne Fälle ist es erwiesen," schreibt er hierauf[3]), „dass das Protoplasma ein Kanalsystem ist. Die Plasmakörnchen bewegen sich in oder an den Wänden der wässerige Lösungen einschliessenden Kammern; niemals sieht man eine körnchenhaltige Flüssigkeit in dem Protoplasma strömen; es sind nicht in sich zurücklaufende Kanälchen vorhanden, sondern dieselben sind vielfach unterbrochen durch Querwände. Die Configuration der Kammern wird durch die Bewegung der plasmatischen Wände fortwährend verändert; eine kürzere Zeit kann eine Form eingehalten werden."

---

[1]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 20.

[2]) Ich meinte früher, diese Kammern stiessen in der Mitte des Zellraumes in einer gleichmässig-feinkörnigen Plasmamasse zusammen, der ich sogar geneigt war, eine centrale Action zuzuschreiben. Jetzt konnte ich mich an den zahlreich untersuchten Schwärmsporen, die mir hin und wieder, namentlich bei leisem Drucke, völligen Einblick in ihr Inneres gestatteten, sicher überzeugen, dass dieser Raum von Zellflüssigkeit erfüllt ist. Meist ist diese Zellflüssigkeit von den Protoplasmakammern völlig durchsetzt, in manchen Fällen bleibt die Mitte der Flüssigkeit von denselben frei. Ich habe also wohl, als ich im Verhalten dieses hellen Raumes Stützen für dessen centrale Thätigkeit finden wollte, Ursache und Wirkung verwechselt, indem Verhalten und Stellung dieses Raumes von der Hautschicht aus bestimmt werden dürfte. (Zellbildung und Zelltheilung, p. 186.) Hin und wieder findet man auch in den Schwärmsporen mehrere mit Zellflüssigkeit erfüllte Lumina statt des einen. Wiederholt sah ich kleine Krystalle, wohl von oxalsaurem Kalk, in der Zellflüssigkeit liegen.

[3]) Flora 1873, p. 113.

Sehr verbreitet innerhalb mancher jungen und der meisten lteren Pflanzenzellen ist die bekannte Anordnung des Körner-lasma zu einer dünneren oder dickeren Lage auf der Innenseite er Hautschicht, so dass beide zusammen einen Beleg von wech-elnder Mächtigkeit an der Wand der Zelle bilden. Wenn unter olchen Verhältnissen die Körnerschicht eine grössere Stärke er-eicht, lassen sich oft gewisse Differenzen in dem Verhalten ihrer üsseren, an die Hautschicht grenzenden und ihrer inneren, an ie Zellflüssigkeit anstossenden Lagen erkennen, welche auf eine twas grössere Dichte der äusseren Lagen gegen die inneren hin-weisen. Dieses kann sich in der Verschiedenheit der körnigen Einschlüsse äussern, auch wohl darin, dass die inneren Lagen des Körnerplasma sich in Bewegung befinden, wo die äusseren ruhen.[1])

In vielen Fällen durchziehen, von dem Wandbelege ausgehend, ahlreiche bewegliche Fäden des Körnerplasma das mit Flüssig-eit erfüllte Zelllumen.

Bei Aethalium septicum lässt die Grundmasse des Körner-lasma keinerlei Schichtungen erkennen, sie führt gleichmässig ertheilten, körnigen Inhalt, sehr vereinzelt auch contractile Vacuolen.

Eine leicht sichtbare, radiäre Anordnung nimmt das Körner-lasma in sich theilenden, thierischen Zellen, doch nicht proprio notu, sondern unter dem Einflusse des in Theilung eintretenden ellkernes an. Um dessen Pole erscheint die Grundsubstanz des örnerplasma strahlig vertheilt, ausserdem bis zu einer gewissen ntfernung körnerlos, da ihre Körner von den Kernpolen ab-estossen werden. — Die Strahlen setzen bei ihrer Bildung an ie Kernpole an und wachsen an ihren Enden. Die körnerlosen tellen umgebend, erscheinen sie mit diesen wie zwei helle onnen in den sich theilenden Zellen. — Auch bei freier Zell-ildung zeigt, in besonders durchsichtigen Fällen, das Körner-lasma radiäre Anordnung um die neuentstandenen Kerne.

Eine ganz bestimmte Differenzirung erfährt das Körnerplasma er Pflanzenzelle bei der Bildung der Chlorophyllkörper. Diese reten, wie bekannt, bei höheren Pflanzen in Körnerform, bei den lgen aber auch in Leisten- Band- oder Stern-Form auf. — ass diese grüngefärbten Körper wirklich dem Körnerplasma an-ehören, das zeigen die Fälle wo, wie bei manchen niedersten lgen, das gesammte Körnerplasma grün gefärbt erscheint und ur die Hautschicht farblos ist. Dasselbe folgt überall aus der

[1]) Vergl. hierüber Pringsheim, Pflanzenzelle, 1854, p. 8 u. 9.

Entwicklungsgeschichte, und zwar: dass die Chlorophyllkörper aus der homogenen Grundsubstanz des Körnerplasma hervorgehen. Sie sind gegen das umgebende, ungefärbte Körnerplasma scharf abgegrenzt und zeigen sich an ihrer Oberfläche etwas dichter als im Inneren. Nicht immer ist übrigens diese Verdichtung optisch nachweisbar und nur aus dem Verhalten der Körner bei Quellung zu erschliessen.

Eine weitergehende Differenzirung des Körnerplasma als innerhalb der Pflanzenzellen hat bei vielen Rhizopoden stattgefunden. So wird im Körper der Heliozoen, den ich als seiner ganzen Masse nach aus Körnerplasma bestehend betrachten möchte, eine Mark- und Rindensubstanz, ein Endosark und Ektosark beschrieben. Beide Schichten gehen unmerklich in einander über, können aber auch scharf abgegrenzt sein; doch ist es in allen Fällen nur die Verschiedenheit des Protoplasma, keine besondere Membran, welche die Deutlichkeit der Contour bedingt.[1]) Im Endosark liegt stets der Kern oder die Kerne, das Ektosark ist charakterisirt durch den Besitz der contractilen Vacuolen. — „Bei Actinosphaerium unterscheidet sich die Mark- von der Rindensubstanz im Wesentlichen durch ihre gröbere Körnelung und die dadurch bedingte beträchtliche Undurchsichtigkeit. Ferner ist dieselbe vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich, der Sitz der Verdauung. Das vollkommene Gegentheil ist bei den Heliozoa Skeletophora der Fall. Hier ist die zahlreiche gröbere und feinere Körnchen enthaltende Rinde allein der die Nahrungsaufnahme und Assimilation versehende Theil, während niemals die Nahrungskörper bis in die centralen Partieen des Körpers hineingelangen. Dieselbe bildet in Folge dessen eine feinkörnige oder homogene Masse von mattgraubläulichem Glanz, welche mit einer deutlichen Linie gegen die Rindensubstanz sich absetzt.[2])

Manche Heliozoen zeigen auch innerhalb der von ihrer Oberfläche strahlig entspringenden Pseudopodien eine Differenzirung in einen „Axenfaden" und die „Rindenschicht". Bei Actinosphaerium ist diese Sonderung am deutlichsten. Die „Rindenschicht" der Pseudopodien wird vom Körnerplasma des Ectosark, der „Axenfaden" aus einer homogenen in Essigsäure sich lösenden Substanz, „vielleicht aus einer Verdichtung des Protoplasma"

[1]) R. Hertwig u. E. Lesser, Archiv f. mikr. Anat., Bd. X, Suppl., p. 161.
[2]) Ebendas., p. 190.

gebildet [1]) und lässt sich durch das Ectosark bis in die Oberfläche des Endosark verfolgen. [2])

Bei Monothalamien kommen noch andere Sonderungen des Körnerplasma vor.

Euglypha alveolata Dujardin und ihr verwandte Formen lassen z. B. im Protoplasmakörper eine hintere, fast hyaline Masse, mit grossem, wasserhellem, kugeligem Kerne, eine mittlere grob- und dunkelkörnige Partie, durch etwa aufgenommene Nahrungsmittel getrübt, meist ganz undurchsichtig, und einen vorderen Abschnitt, mit geringer, feinkörniger Trübung, welcher meist ein oder mehr pulsirende Vacuolen und häufig auch noch Nahrungsmittel enthält, unterscheiden. [3])

Wir wollen es nunmehr versuchen, das Verhältniss des Hautplasma zu dem Körnerplasma näher zu beleuchten. Bekanntlich unterschied Pringsheim zuerst zwischen Hautschicht und Körnerschicht des Protoplasma und zwar bezeichnete er auch das Körnerplasma als „Schicht", weil er dasselbe zunächst an den mit Zellumen versehenen Pflanzenzellen studirte, wo das Protoplasma nur einen stärkeren oder schwächeren Beleg an der Cellulosewand bildete. [4]) Beide Bezeichnungen wurden dann auch auf Protoplasmamassen ohne Lumen übertragen und ich zog es in Anbtracht letzterer Fälle vor, die Bezeichung Körnerplasma statt Körnerschicht des Protoplasma zu brauchen. [5])

Die Hautschicht gilt den meisten heutigen Forschern als die körnchenfreie Grundsubstanz des Protoplasma. [6]) Hofmeister sucht ihre grössere Dichte gegen die innere Masse durch die „allgemeine Eigenschaft tropfbarflüssiger Körper einer die innere Masse weit übertreffender Dichtigkeit ihrer Oberfläche" zu erklären. [7])

Andererseits spricht neuerdings Pfeffer die Ansicht aus, der

---

[1]) Ebendas., p. 162.

[2]) Franz Eilhard Schulze, Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, p. 339.

[3]) Ebendas., Bd. XI, p. 100 u. 101.

[4]) Untersuchungen über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle, 1854, p. 8.

[5]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 286.

[6]) Sachs, Lehrbuch der Botanik, IV. Aufl., 1874, p. 41.

[7]) Lehre von der Pflanzenzelle, p. 3. Pringsheim hielt noch (Pflanzenzelle p. 8) die Körnerschicht für dichter als die Hautschicht.

Primordialschlauch sei eine Niederschlagsmembran.[1]) „Das Protoplasma umkleidet sich," schreibt er, „mit reinem Wasser oder mit wässerigen Lösungen in Berührung gebracht, allseitig mit einer zarten Niederschlagsmembran, dem sogenannten Primordialschlauch, welcher sich übrigens auch bei Beachtung bestimmter Vorsichtsmassregeln um beliebige nicht lebensfähige Ballen von Protoplasma bildet.[2]) Pfeffer versteht hierbei jedenfalls unter Primordialschlauch das, was wir als Hautschicht bezeichneten, nicht den Primordialschlauch im Sinne Hugo v. Mohl's, wo derselbe nicht ausschliesslich die Hautschicht, sondern auch das ganze Wandplasma bedeuten kann.

Zunächst steht fest, dass die Hautschicht nicht scharf gegen das Körnerplasma abgegrenzt ist und somit nach der Definition, welche von Mohl für die „Pelicula" an Chlorophyllkörnern gibt, auch nicht als „Membran" zu bezeichnen wäre. Der Name Hautschicht für dieselbe ist jedenfalls sehr glücklich gewählt.[3]) Dass die Hautschicht nicht scharf gegen das Körnerplasma absetzt, vielmehr in dasselbe übergeht, das zeigt hinlänglich der an Plasmodien zu beobachtende Umstand, dass Körnchen des Körnerplasmas durch Ströme herangedrängt in die homogene Hautschicht zeitweise eintreten können. — Auch bei Bildung der Auszweigungen an Plasmodien ergiesst sich plötzlich das Körnerplasma in die vorgedrungene homogene Hautschichtmasse, ohne irgendwie bestimmbare Grenzen gegen dieselbe einzuhalten. Ausserdem sieht man an denselben Plasmodien die Hautschicht, je nach Umständen ihre Stärke verändern, als wenn die Körnchen näher zur Oberfläche vorgedrungen oder von der-

---

[1]) In der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Naturwiss. und Heilkunde zu Bonn am 5. Juli 1875 (vergl. Bot. Zeit. 1875, p. 660).

[2]) Auf letztere Erscheinung ist schon früher von W. Kühne hingewiesen worden. Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität, 1864, p. 36 u. ff.

[3]) Häckel nennt (Kalkschwämme, Bd. I, p. 138) die Hautschicht: Rindenschicht, Exoplasma, das innere Körperplasma: Marksubstanz, Endoplasma. „So deutlich, schreibt er, sich die beiderlei Substanzen von einander scheiden, so sind sie dennoch niemals scharf getrennt, gehen vielmehr ohne bleibende Grenzschicht in einander über, ganz ähnlich, wie die hyaline Rindensubstanz und die körnige Marksubstanz des Infusorienkörpers." Auch die Bezeichnungen: Ektosark und Endosark werden von anderen Zoologen für Hautschicht und Körnerplasma gebraucht, dann aber, ebenso wie Rindensubstanz und Marksubstanz, auch zur Bezeichnung von Differenzen im Körnerplasma (so z. B. bei Heliozoen).

ben sich zurückgezogen hätten. Alle diese Thatsachen scheinen n in der That dafür zu sprechen, dass wir in der Hautschicht die verdichtete Grundsubstanz des Protoplasma vor uns en.

Andere Gründe lassen sich aber auch gegen diese Auffassung führen. Zunächst solche Fälle, wie in den Zellen der Spirora, oder an den Schwärmsporen von Vaucheria, wo die Hautschicht eine ganz besondere, von dem nach innen folgenden Körnerplasma ganz verschiedene Structur besitzt. Da lässt sie sich doch unmöglich mit der Grundsubstanz der Körnermasse identificiren.

Doch auch da, wo eine solche Structur-Differenz nicht existirt, deuten anderweitige Erscheinungen auf die Verschiedenheit des Hautplasma und des Körnerplasma hin.

Wenn eine Schwärmspore der Vaucheria sessilis zur Ruhe gekommen ist und ihre Cilien eingezogen hat, sehen wir die Hautschicht ihre Structur aufgeben. Die Chlorophyllkörner rücken gegen die Peripherie der Schwärmspore hin und scheinen sie fast zu erreichen. Bei Anwendung schwacher Compression kann man sich aber überzeugen, dass die Hautschicht nicht etwa geschwunden ist, vielmehr sich zu einer sehr dünnen, noch stärker als zuvor das Licht brechenden Schicht verdichtet hat. Wird der Druck langsam gesteigert, so platzt die mit einer feinen Cellulosewand umhüllte Schwärmspore und ihr Inhalt beginnt hervorzutreten. Dabei kann man sehen, wie das Körnerplasma längs der Hautschicht abfliesst, während letztere unbeweglich an ihrem Orte beharrt; wie Vacuolen im Körnerplasma dicht an der Hautschicht auftreten, ersteres von letzteren an einzelnen Orten trennend, ohne dass die stark lichtbrechende, durch Druck breiter gewordene Hautschicht selber hierdurch afficirt würde. Die ausgetretenen Ballen des Körnerplasma runden sich zu Kugeln ab in dem umgebenden Wasser und wachsen durch dessen Aufnahme; auf ihrer Oberfläche hat sich alsbald eine Niederschlagsmembran gebildet. Sie erscheinen nunmehr als scharf conturirte, in ihrer Hauptmasse nach farblose und homogene Kugeln, deren Inhalt meist einseitig der Kugelwandung anliegt. Setzt man etwas Wasser zu dem Präparate hinzu und hebt so den Druck auf die Schwärmspore auf, so sucht sich auch diese, ihre Wunde schliessend, wieder abzurunden, braucht aber dabei nicht Kugelgestalt anzunehmen. Aehnlich dem Hauptkörper der Schwärmspore verhalten sich dann auch andere mit Hautschicht umgebene Plasmaballen,

die es künstlich gelang, von der Spore abzutrennen. Solche Körper werden auch nicht von einer Niederschlagsmembran umgeben, scheiden vielmehr eine zarte Zellstoffhülle aus; sie sind auch zur weiteren Existenz befähigt, während die von Körnerplasma allein gebildeten Kugeln alsbald zu Grunde gehen. Letztere bersten bei fortgesetzter Wasseraufnahme, wobei ihre zarte Niederschlagsmembran faltig zusammenfällt, ihr körniger Inhalt, dem unmittelbaren Einflusse des umgebenden Wassers ausgesetzt, langsam sich desorganisirt. — Bei Mangel an hinlänglichem körnigen Inhalte müssen auch von Hautschicht umgebene Plasmastücke zu Grunde gehen, die Hautschicht zersetzt sich dann in der Art, dass zunächst Vacuolen in ihrem Inneren sich bilden.

Instructiv sind wegen des Verhaltens der Hautschicht und des Körnerplasma auch die an künstlich verwundeten Vaucheria-Schläuchen eintretenden Erscheinungen. Dieselben sind neuerdings von Hanstein geschildert worden.[1]) Ich durchschnitt gleich ihm mit einer scharfen Scheere die Schläuche von Vaucheria sessilis und konnte nun bei sofortiger Einstellung mit starkem Immersionssystem die ganze Erscheinung deutlich verfolgen. Aus dem Inneren des Schlauches sieht man nun an der Schnittfläche eine blasenförmige Ausstülpung hervortreten; sie wird aus Körnerplasma und Zellsaft gebildet. Rasch wachsend beginnt sie sich als freie Kugel abzurunden, hinter welcher die freien Ränder der sehr dünnen Hautschicht zusammenneigen. In dem Augenblicke, wo die Kugel eingeschnürt wird, haben sich auch die Hautschicht-Ränder erreicht, der Schluss der Wunde durch Hautschicht ist vollzogen. Dieser Schluss kann in den günstigsten Fällen ein definitiver sein, häufiger jedoch wird er noch ein bis mehrmals durchbrochen. Dann sieht man den vorderen Rand der Hautschicht langsam vorrücken; die Zelle nimmt jedenfalls Wasser in ihr Inneres durch die Hautschicht auf und vergrössert so ihr Volumen. Plötzlich wird die Hautschicht von Neuem aufgerissen und es tritt eine neue blasige Ausstülpung aus dem Inneren der Zelle hervor: auch diese wird als Kugel abgeschnürt. Schliesslich bilden die vereinigten Hautschichtränder einen bleibenden Verschluss. Die aus dem Zellinneren ausgestossenen Kugeln wachsen bedeutend an und zeigen durchaus dasselbe Verhalten wie die

[1]) Sitzber. der niederrh. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn. Sitzung vom 4. Nov. 1872. Früher schon hatte Thuret dieselben verfolgt. Ann. d. sc. nat. Bot., 2. Sér. 1840, T. XIV, p. 65.

aus den Schwärmsporen ausgedrückten Massen des Körnerplasma.[1]) Sie werden durchsichtig, ihr körniger Inhalt einseitig angesammelt und wenn sie bersten, wird eine an ihrer Oberfläche entstandene Niederschlagsmembran kenntlich. Die Hautschicht verhält sich auch hier also anders wie das Körnerplasma. An der Wandfläche wird aus ihr eine Cellulosemembran ausgeschieden, welche, so wie es auch Hanstein angibt, an die seitlichen Cellulose-Wände des Schlauches ansetzt. Zur Bildung der Cellulose dient auch hier Stärke[2]), denn man sieht Ströme des Körnerplasma mit kleinen Stärkekörnchen beladen von allen Seiten der Hautschicht der Wundfläche zueilen. Zuletzt sammelt sich hier eine starke Schicht feinkörnigen Protoplasmas an, durch welches die Chlorophyllkörner zurückgedrängt werden. So erinnert die Stelle sehr an die normalen Spitzen fortwachsender Schläuche.

Das Weitere über diese Vorgänge bitte ich bei Hanstein nachzusehen und füge hinzu, dass nach kürzlich veröffentlichten Untersuchungen von Van Tieghem die Mucorineen sich in der Fähigkeit, ihre Wunden zu schliessen, wie Vaucheria verhalten.[3])

Wenn ich ein Plasmodium von Aethalium septicum mit scharfem Messer senkrecht gegen dessen Oberfläche in mehrere Stücke zerschnitt, zeigten sich die Schnittflächen zunächst ohne eine scharfe Begrenzung. Die Hautschicht fehlte an denselben und die Körnchen reichten bis an die Peripherie hin, oft sogar unregelmässige Hervorragungen an derselben bildend. An einzelnen Orten konnte ich kugelige Blasen aus dem Inneren des Plasmodium hervortreten sehen. Oft lagen sie in grösserer Zahl aneinander und erschienen mehr oder weniger vollständig mit einander verschmolzen. Sie wurden gebildet aus der Grundsubstanz des Körnerplasma, die meist nur wenige Körner eingestreut enthielt. Ihr Inhalt war sehr dünnflüssig, jedenfalls durch Wasseraufnahme; die Oberfläche alsbald als Niederschlagsmembran erhärtet. Diese Kugeln wiederholen hier also im Allgemeinen die Erscheinungen, die uns für austretendes Körnerplasma schon bekannt sind. Ein Ueberziehen der Wundfläche durch Hautschicht von den intacten Rändern aus, war hier für alle diejenigen Fälle, wo die Wundfläche einige Ausdehnung hattte, ausgeschlossen; die

---

[1]) Vergl. Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl.

[2]) Amoeboide Bewegungen habe ich an denselben eben so wenig beobachten können als Velten, Flora 1873, p. 102.

[3]) Ann. d. sc. nat. Botanique, VI. Sér. 1 T. 1875, p. 19 u. fl.

Hautschicht wurde also, wenn überhaupt, an der Wundfläche neu erzeugt, was in den von mir beobachteten Fällen stets eine geraume Zeit in Anspruch nahm. Bei der relativ grossen Dichtigkeit der ganzen Protoplasmamasse fand auch die Ausstossung der Kugeln an den Wundflächen nur langsam statt und konnte sich lange an solchen Stellen die keine Hautschicht gebildet hatten wiederholen.

Wie Ballen aus Körnerplasma verhalten sich auch die Chlorophyllkörner, die im Wasser quellen. Wasser aufnehmend können sie in den prägnantesten Fällen schliesslich zu einer Kugel anschwellen, die, von farbloser Wand umgeben und mit sonst farblosem Inhalt erfüllt, meist einseitig im Inneren die grüngefärbten Plasmatheile und deren körnige Einschlüsse führt.[1]) Auch durch dieses Verhalten werden die Chlorophyllkörner, als zum Körnerplasma gehörig, charakterisirt.

Von anders her wissen wir, dass Körnerplasma und Hautschicht nicht die gleichen Beziehungen zu den Zellkernen zeigen, wenn letztere in Action treten, die ursprüngliche Rolle bei der Zellbildung oder Zelltheilung sich aber bewahrt haben.[2]) So sehen wir bei der freien Zellbildung im Embryosack von Ephedra das Körnerplasma radial um die Kerne sich gruppiren, die Hautschicht hingegen an die Peripherie der unter dem Einflusse des Kernes gebildeten Sphäre gedrängt werden. Umgekehrt finden wir, dass die peripherisch in den thierischen Eiern bei der Befruchtung auftretenden Kerne sich von der Hautschicht abstossen und mehr oder weniger bis in die Mitte der Eier rücken. Sie erscheinen alsdann von Strahlen des Körnerplasma, die bis an die Hautschicht reichen, umgeben.

Bei der Theilung der pflanzlichen Zellen wird die Hautschicht in die Aequatorialebene zwischen die beiden neugebildeten Zellkerne gedrängt.

Alle diese Gründe zusammengenommen veranlassen mich, die Hautschicht nicht einfach für die körnchenlose Grundsubstanz des Plasma zu halten, vielmehr für eine bestimmte Modification dieser Grundsubstanz, welche, vornehmlich zum Schutz und zum Abschluss des Plasma nach aussen dienend, mit einer Anzahl eigener, von der Grundsubstanz des Körnerplasma verschiedener Eigenschaften begabt ist. — Hiermit ist nicht gesagt, dass die

[1]) Vergl. die Bilder von Naegeli u. Schwendener. Mikroskop 1867, p. 553.
[2]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl. an verschiedenen Stellen.

Hautschicht aus der Grundsubstanz des Körnerplasma nicht erzeugt werden könnte, dass beide nicht leicht in einander übergehen sollten, vielmehr halte ich Beides für so gut wie sicher. Denn wir haben ja gesehen, dass an durchschnittenen Plasmodien des Aethalium septicum die Wunde sich mit neuerzeugter Hautschicht überziehen kann; bei freier Zellbildung findet sich Hautschicht um die neuen Zellen ein, bei Zelltheilung in der zukünftigen Theilungsebene.

Aus allem Diesem geht auch hervor, dass beide Substanzen mit einander mischbar sind; direct lässt sich dies bei Bildung der Auszweigungen an den Plasmodien verfolgen.[1]) Daher auch nirgends im lebenden Plasma die Hautschicht gegen die Körnerschicht scharf abgegrenzt erscheint.

Das Angeführte ergibt aber weiter von selbst, dass die Hautschicht als durch Oberflächen-Spannung entstanden nicht gedacht werden kann. Ich stelle eine solche Verdichtung der Oberfläche, ein solches „Oberflächenhäutchen", im Sinne der Physiker, am Protoplasma durchaus nicht in Abrede, behaupte aber nur, dass die Hautschicht dieses Häutchen nicht sein könne. Denn die Hautschicht ist eben keine blosse Verdichtungsschicht an der Oberfläche des Protoplasma, vielmehr eine aus der Differenzirung desselben hervorgegangene, mit besonderen Eigenschaften begabte Schicht.

Max Schultze und später Kühne nahmen das „Oberflächenhäutchen" im richtigen Sinne für die Erklärung der am Protoplasma beobachteten Erscheinungen in Anspruch und zwar um eine peripherische Verdichtung auch an solchen Plasma-Massen zu erhalten, die keine Hautschicht zu besitzen scheinen. Bei den genannten Autoren wird dieses „Oberflächenhäutchen" combinirt mit den Veränderungen, welche die Oberfläche einer Flüssigkeit erfährt, wenn sie längere Zeit mit Luft oder mit einer anderen Flüssigkeit, die sich nicht mit ihr mischt, in Berührung bleibt.[2]) Diese Betrachtungen führten Max Schultze zu der Vorstellung einer „Contactmembran", einer verschwindend feinen

[1]) Bei Pelomyxa palustris Greeff. ist nach Franz Eilhard Schulze das „oft plötzliche Eindringen von Vacuolen und Körnchen in eine eben vorgequollene Welle des Rindenplasmas sehr auffällig und wohl nur aus einer schon von Greeff angenommenen zeitweisen Mischung oder Durchdringung beider Substanzen, der zähflüssigen contractilen und der inneren dünnflüssigen zu erklären." Archiv f. mikr. Anat., Bd. XI, p. 343.

[2]) Max Schultze, Protoplasma, p. 59.

Haut, die er übrigens auch nur mit Vorsicht auf die lebendige Substanz übertragen wissen wollte. [1])

Erst Hofmeister suchte die Hautschicht als rein physikalisches „Oberflächenhäutchen" zu deuten, da letzteres aber an Flüssigkeiten sicher nicht direct wahrnehmbar ist, so fügte er willkürlich hinzu: dass dasselbe beim Protoplasma in anschaulichster, den Augen direct wahrnehmbarer Weise auftrete.

Meiner Auffassung nach müssen Hautschicht und „Oberflächenhäutchen" durchaus auseinandergehalten werden, und schliesst das Vorhandensein der ersteren nicht die Existenz des letzteren an einem und demselben Gebilde aus, andererseits dürfte aber gerade da, wo die Hautschicht fehlt, das Oberflächenhäutchen kaum vermisst werden.

Diese Erörterungen führen mich dahin, auch die Frage nach der physikalischen Beschaffenheit des Protoplasma hier zu berühren, eine Frage, die neuerdings wieder von Velten behandelt worden ist. [2])

Nach dem heutigen Stande unseres Wissens fühle ich kein Bedenken, die Naegeli'sche Hypothese von der Molecularstructur organisirter Gebilde auch auf das Protoplasma zu übertragen. Ich schliesse mich hiermit der Auffassung an, welche zuerst von Sachs in seiner Experimental-Physiologie der Pflanzen [3]) vertreten wurde.

Damit wird aber nur angenommen, dass auch das Protoplasma aus isolirten, durch mehr oder minder dicke Wasserhüllen getrennten Moleculen aufgebaut sei, ohne über die Form der Molecule irgend eine Vermuthung auszusprechen. Für die Bestimmung der letzteren fehlt es noch an allen Anhaltspunkten. [4])

Durch die Uebertragung der Naegeli'schen Moleculartheorie auf das Protoplasma wird einerseits eine einheitliche Auffassung des Baues organisirter Gebilde angebahnt, andererseits ist diese Hypothese aber auch in der That geeignet, die am Protoplasma beobachteten Erscheinungen auf eine gemeinsame Grundlage zurückzuführen. Denn die bestimmte Gestalt und die activen Lebensäusserungen des Protoplasma lassen sich auf die Thätigkeit seiner Molecule zurückführen; die Eigenschaften, die es mit einer Flüs-

---

[1]) W. Kühne, Protoplasma, p. 35. M. Schultze, l. c., p. 61.

[2]) Sitz. d. k. Akad. d. Wiss., Bd. LXXIII, 1. Abth., März-Heft 1876.

[3]) 1865, p. 443.

[4]) Vergl. hierüber Sachs, Lehrbuch, IV. Aufl. 1874, p. 637.

sigkeit gemein hat, aber auf die die Molecule umgebenden Wasserhüllen. — Auch diese Gesichtspunkte sind bereits von Sachs in seiner Pflanzenphysiologie geltend gemacht worden und kann ich daher Velten (l. c.) nicht beistimmen, wenn er in allen Erscheinungen, wo sich das Protoplasma als Flüssigkeit gerirt, moleculare Aenderungen desselben annehmen will. Ich würde daher auch keine Bedenken tragen, mit Naegeli und Schwendener die Bezeichnung halbflüssig [1]) auf die Consistenz des Protoplasma anzuwenden, wenn ich gleichzeitig, wie es von Naegeli und Schwendener geschehen, hinzufügen könnte, dass sich dieser Ausdruck einzig und allein auf die Consistenz, nicht aber auf den inneren Bau der Plasmagebilde bezieht. — In dem gleichen Sinne liesse sich auch die oft gebrauchte Bezeichnung festflüssig verwenden.

Je wasserreicher das Protoplasma ist, desto ausgeprägter dürften die Eigenschaften auftreten, die es mit einer Flüssigkeit theilt, denn es wäre doch schwer in Abrede zu stellen, dass die Fähigkeit des Protoplasma, zu fliessen, mehrere Plasmakörper in einen zu verschmelzen, Fortsätze einzuziehen, auf die Eigenschaften einer Flüssigkeit hindeuten. Auch treten im lebenden Protoplasma normaler Weise kugelige Vacuolen auf, wenn nur dieses Protoplasma wasserreich genug ist und sonst keine anderen Kräfte die Gestalt der Vacuolen beeinflussen.

Die kugelige Abrundung freier Protoplasmamassen ist in der That meist an molecular veränderten Gebilden, unter abnormen Verhältnissen beobachtet worden, nichtsdestoweniger erfahren eine solche Abrundung auch normale Eier, oder zur Ruhe kommende Schwärmsporen, ohne dass zur gleichen Zeit ihr Zellkern in Thätigkeit getreten wäre und auf dessen Action die genannten Erscheinungen sich zurückführen liessen.

In den vorwiegend eiförmigen Gestalten der in Bewegung begriffenen Schwärmsporen möchte ich fast eine Resultante zwischen den an einzelnen Orten dominirenden festen Gestaltungstrieben und den Eigenschaften als Flüssigkeit erblicken. Instructiv ist gewiss, dass eine Schwärmspore von Vaucheria die verkehrt eiförmige Gestalt, die sie während des Schwärmens besitzt, so lange behält, als ihre Hautschicht die stäbchenförmige Structur noch zeigt. Diese Hautschicht ist stärker am vorderen Ende der Schwärmspore als am hinteren entwickelt, und damit

[1]) Mikroskop, p. 552.

mag es zusammenhängen, dass das vordere Ende der Schwärmspore auch breiter ist und das Zelllumen ihm näher liegt. Sobald die Hautschicht ihre Structur einbüssend auf eine dünne Lage zusammensinkt, und die Körnerschicht mit ihren Chlorophyllkörnern gleichmässig der Peripherie sich nähert, rundet sich die Schwärmspore unter dem nunmehr dominirenden Einflusse des wasserreichen Körnerplasmas zu einer Kugel ab, in deren Mitte das Lumen rückt. — Aehnlich sehen wir die aus einer solchen Schwärmspore herausgedrückten Massen des Körnerplasma sich abrunden, während es mir gelang, theilweise entleerte und künstlich verkleinerte Schwärmsporen von Hautschicht umgeben in den abenteuerlichsten Gestalten aus den Sporangien zu befreien. Gerade nun aber solche theilweise von Körnerplasma entleerte Schwärmsporen hatten eine besonders dicke Hautschicht aufzuweisen und strebten daher am wenigsten, Kugelform anzunehmen, was sie ja aber gerade in erhöhtem Masse thun müssten, wenn die Hautschicht ein „Oberflächenhäutchen" wäre. Ich erhielt sichelförmig gekrümmte und birnförmige Körper, die dem entsprechend auch die sonderbarsten Bewegungen im umgebenden Wasser ausführten, schliesslich aber kugelig wurden, nachdem zuvor die Structur ihrer Hautschicht verschwand und das Körnerplasma bis dicht an die Peripherie vorrückte.

Je dichter das Protoplasma, um so ausschliesslicher kommen die Eigenschaften seiner Molecule zur Geltung und um so fester ist dann seine Consistenz, um so mehr treten die Eigenschaften, der die Molecule umgebenden Wasserhüllen zurück. So dünnflüssig ist das Protoplasma wohl selten, dass es passiv die sphärische Gestalt anzunehmen bestrebt wäre, denn den an austretenden Plasmamassen beobachteten Erscheinungen der Kugelbildung scheint in der That eine Störung der molecularen Verhältnisse vorauszugehen. Man sieht nämlich dasselbe Plasma, das, aus der Zelle entleert, sich sphärisch abrundet, im Inneren der Zelle oft ganz bestimmt geformte, freie Plasmafäden bilden.

Doch wenn auch durch die Wechselwirkung der Molecule jenes Streben zur Kugelform unterdrückt wird, bleibt noch in Folge der Wasserhüllen die leichte Verschiebbarkeit der Molecule gegen einander, welche manche Aeusserungen des Flüssigen am Protoplasma zulässt.

Bestimmt gestaltete Plasmamassen zeigen Strömung im Inneren, ja selbst ihrer Oberfläche; sie verschmelzen wie Flüssigkeitstropfen unter einander, wenn sie sich berühren; sie ziehen

sich fadenförmig aus, wo sie sich trennen sollen, und nehmen, nach erfolgter Trennung, die Fadenstücke wieder in ihr Inneres auf.

Die vorliegenden Beobachtungen verlangen auch an der Oberfläche bestimmt geformter Plasmagebilde ein physikalisches „Oberflächenhäutchen", wie es Flüssigkeiten zeigen. Dieses Häutchen fehlt vielleicht nur auf der Oberfläche sehr dichter Plasmagebilde; ich glaube nicht dass die Existenz einer Hautschicht es für alle Fälle ausschliesst, wenn auch in der That die Festigkeit der Hautschicht meist gross genug ist um auch diese Aeusserung des Flüssigen zu unterdrücken.

Man kann sich denken, dass in Plasmamassen deren Consistenz sich mehr dem Festen nähert, die Molecule grösser sind oder näher aneinandergerückt, die Wasserhüllen kleiner; umgekehrt in wasserreichen Plasmamassen die Molecule kleiner oder mehr auseinandergerückt, die Wasserhüllen grösser. Die Veränderungen der Consistenz aus dem Flüssigen in's Festere oder umgekehrt wäre dann leicht aus der Aenderung der Grösse der Molecule oder der Aenderungen ihrer gegenseitigen Entfernung zu begreifen und müsste Wasserverlust schon allein eine Festigkeitszunahme zur Folge haben.[1]) — Freilich würde diese Aenderung der Consistenz nicht ausreichen, um sonstige am Protoplasma eintretende Veränderungen zu erklären, und beispielsweise haben wir gesehen, dass die Eigenschaften der Hautschicht sich nicht aus der Annahme allein erklären lassen, dass sie die verdichtete Grundsubstanz des Protoplasma sei. Um solche und noch weitergehende Unterschiede zu begreifen, müssen wir auch eine Verschiedenheit der das Plasma in seinen Theilen aufbauenden Molecule annehmen, eine Verschiedenheit, welche deren Eigenschaften nach einer gewissen Richtung beeinflusst.

Die Hautschicht kann am Protoplasma fehlen, und da solche Fälle besonders instructiv sind, so will ich hier auf dieselben näher eingehen.

Eine Hautschicht hat sich bis jetzt nicht nachweisen lassen bei der grössten Zahl der Rhizopoden, oder richtiger gesagt: bei allen Rhizopoden, wenn man diese Bezeichnung mit R. Hertwig und E. Lesser auf die mit verästelten, wurzelförmigen Pseudopodien versehenen Organismen beschränken will.[2])

Wir wollen hier zunächst die typischen Formen mit leicht-

---

[1]) Vergl. hierüber auch Velten, Sitzber. l. c., p. 9.

[2]) Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, Suppl. 1874, p. 43.

fliessenden, körnchenreichen Pseudopodien in's Auge fassen. Diese Pseudopodien werden von gleichmässigem Körnerplasma gebildet und die Consistenz ihrer Oberfläche ist eine „so geringe, dass fremde Körper, welche an dieselben anstossen, fast augenblicklich in dieselbe aufgenommen werden können“.[1]) Dabei streifen die fliessenden Körner dicht an die Oberfläche, ja sie springen an derselben vor. Die ganze Oberfläche befindet sich mit in fliessender Bewegung und man kann sehen, dass fremde Körper[2]), so dem Beobachtungswasser zugefügte Carmin- oder Stärkekörner[3]), welche an der Pseudopodien-Oberfläche haften geblieben, an derselben fortgeführt werden. Sie bewegen sich dabei gleichzeitig in verschiedener Richtung an demselben Pseudopodium. Die Pseudopodien verschmelzen ausserordentlich leicht mit einander. – Hier gibt es keine andere Hülle als das physikalische Oberflächenhäutchen. Wie merkwürdig und wie bezeichnend bleibt es hierbei, als Hinweis auf anderweitige complicirte Molecularvorgänge im Protoplasma, dass die Pseudopodien, die bei einem und demselben Individuum so leicht mit einander verschmelzen, sich fliehen, wenn sie verschiedenen Individuen derselben Art angehören.[4]) So ist es wenigstens in der grossen Mehrzahl der Fälle, während doch andererseits auch Beispiele bekannt sind, wo das Umgekehrte stattfindet, so bei den colonienbildenden Rhizopoden.[5])

Ganz wie die leichtfliessenden Pseudopodien der Rhizopoden verhalten sich die fadenförmigen Protoplasmaströme im Inneren der Pflanzenzellen, so wie sie in den Tradescantia-Haaren bekannt, oder wie ich sie im Inneren der Spirogyra-Zellen beobachten

---

[1]) Max Schultze, Protoplasma, p. 28.

[2]) Johannes Müller, Abh. d. Ak. d. Wiss. zu Berlin, 1858, p. 9. Haeckel, Radiolarien 1862, p. 91.

[3]) Vergl. Max Schultze, Protoplasma. p. 26.

[4]) Protoplasma, p. 25.

[5]) Während z. B. andere Gromien sich nicht vereinigen, besitzt Gromia socialis Carter. die Neigung, mit anderen ihrer Art zu kleineren Gesellschaften zu verschmelzen; zunächst verschmelzen einzelne Pseudopodien nahegekommener Thiere, so dass Fadennetze entstehen, durch allmähliches Verkürzen dieses Fadennetzes kommen die Thiere schliesslich mit ihren Mündungen an einander; von der verschmolzenen Protoplasmamasse, welche zwischen den nebeneinander gelegenen Mündungen der so vereinten Thiere gelegen ist, strahlen dann die Pseudopodien nach allen Richtungen nach aussen. (F. E. Schulze, Archiv f. mikr. Anat., Bd. XI, p. 121—122.)

onnte.[1]) Auch aus diesen Strömen kann man einzelne Körner t an der Peripherie vorspringen sehen und befindet sich diese eripherie mit in Bewegung. Sehr schön sah ich das in halb sgewachsenen Tradescantia-Haaren, deren Zellen, noch mit farb- sem Zellsaft erfüllt, zahlreiche, relativ grosse Stärkekörner ent- elten. Diese Stärkekörner wurden von den Strömen mitgeführt, ters war ihr Durchmesser grösser als der Durchmesser des romes, sie ragten aus demselben hervor; Letzteres geschah oft ch aus stärkeren Strömen. Nicht selten fiel ein Stärkekorn ganz s dem Strome heraus und blieb unbewegt liegen, um nach niger Zeit demselben Strome oder einem anderen wieder anzu- ften und an dessen Oberfläche mit fortgeführt, ja bald auch in ssen Inneres aufgenommen zu werden. Somit zeigte sich hier s gleiche Verhalten, das man an den Pseudopodien der Rhizo- den beobachten kann, wenn man dem Untersuchungswasser ärkekörner beigemengt hat. Ich selbst sah gelegentlich die römung bei Gromia oviformis und wüsste in der That nicht die römung in ihren Pseudopodien von derjenigen in den Zellen r Tradescantia-Haare zu unterscheiden. Somit kommt meiner berzeugung nach auch den die Tradescantia-Zellen durchsetzenden römen keine andere Hülle als das rein physikalische „Ober- chenhäutchen" zu, und ein solches dürfte auch hier und derswo nur das Wandplasma besitzen an der Fläche, mit der an die Zellflüssigkeit grenzt. Andererseits wird aber zum nterschied von den Pseudopodien der Rhizopoden das ganze in wegung befindliche Körnerplasma der Tradescantia nach aussen, gen die Zellwand hin, von der in Ruhe befindlichen[2]) differenten utschicht abgegrenzt.

Bei Spirogyra orthospira fanden wir unter Umständen die hende Hautschicht aus radialen Stäbchen aufgebaut, während ihrer Innenfläche das mit Stärkekörnern beladene Körner- sma sich in lebhafter Strömung bewegte.

In den Zellen der Spirogyra orthospira sah ich auch neue omfäden, welche frei die Zellflüssigkeit durchsetzen sollten,

[1]) Vergl. hierüber auch Max Schultze, Müller's Archiv 1858, p. 335 und eckel, Rodiolarien 1862, p. 98. Dass das Protoplasma der Pflanzenzelle enn nicht identisch, so doch in hohem Grade analog" der thierischen Sar- e sei, sprach zuerst F. Cohn 1850 aus. Nova Acta nat. cur. Vol. XXII, 364.

[2]) Max Schultze, Protoplasma, p. 41. Velten, Flora 1873, p. 100.

sich ganz wie die Pseudopodien der in Vergleich gezogenen Rhizopoden bilden. — „Verfolgt man," schreibt Max Schultze[1]), „an einer eben auf den Objectträger gebrachten Miliolide das Ausstrecken der Pseudopodien, so bemerkt man, dass alle schnell und in grader Linie sich verlängernden Fäden an dem Ende abgerundet oder mit einer kolbenförmigen Anschwellung versehen sind. „Letztere schwankt im Vorrücken wie tastend hin und her. Im Moment der Berührung mit einem anderen Faden „zertheilt sich die knopfförmige Anschwellung wie eine platzende, mit Flüssigkeit gefüllte Blase und mischt ihre Substanz der des begegnenden Fadens bei, genau wie wenn ein kleiner Fetttropfen in einem grösseren aufgeht." — „Sehr oft begegnet es Einem, dass, wenn man den Moment der Verschmelzung zweier einander entgegenlaufenden Fäden erwartet, dieselben in verschiedenen Ebenen übereinander hinwegziehen. Ja die Verschmelzung scheint ausbleiben zu können auch bei directer Berührung. Es muss danach wahrscheinlich ein Act der Willkür mitwirken, oder es ist ein Hinderniss zu überwinden, wie zwei Fetttropfen oft erst zusammenfliessen, wenn sie mit einer Nadel angestochen werden." Bei Spirogyra orthospira traten die Pseudopodien am zahlreichsten aus dem den Kern umgebenden Körnerplasma während der Theilung hervor. Sie wurden als Höcker oft fast körnerloser Grundsubstanz sichtbar, in welche bald neue Plasmamassen und Körner einwanderten. Die Höcker verwandelten sich so in freie Fortsätze, die frei in die Zellflüssigkeit hineinragten. Diese Fortsätze waren auch hier an ihrer Spitze abgerundet, meist keulenförmig angeschwollen und führten gleichsam tastende Bewegungen aus. Erreichten sie, länger werdend, andere Plasmatheile, so sah man sie mit denselben verschmelzen, im umgekehrten Falle konnten sie wieder eingezogen werden. Solche Pseudopodien sah ich auch an den vorspringenden Innenkanten der Chlorophyllbänder sich bilden. Es können auf diese Weise also freie Plasmaströme gebildet werden, während dieselben in anderen Fällen wohl auch entstehen, wenn durch Auftreten von Vacuolen eine zusammenhängende Plasmamasse zerklüftet wird. Meine Beobachtungen über die Bildung der Plasmafäden bei Spirogyra schliessen sich also an die Angaben von Heidenhein[2]) Haeckel[3])

---

[1]) l. c., p. 24.
[2]) Studien, Heft II 1863, p. 63.
[3]) Radiolarien, p. 98.

und Hofmeister[1]) an, während sie keine Stützen für die Auffassung Hanstein's[2]) abgeben, der zufolge die Fäden als seitliche Falten aus der Fläche des Wandprotoplasma hervortreten sollten; auch nicht für die Deutung Velten's[3]), dass sie durch Anschwellen eines Insuccationskanals emporgehoben würden.

Aus der Structur, wie sie hin und wieder an der Hautschicht beobachtet wird, und der Art, wie letztere sich bei Zelltheilungen in der zukünftigen Trennungsebene ansammelt, folgt schon zur Genüge, dass sie nicht eine Niederschlagsmembran sein kann, und darf überhaupt nicht von den Niederschlagsmembranen aus, wie sie künstlich an Eiweissmassen erhalten werden, auf das Vorhandensein derselben an der Oberfläche des lebenden Protoplasma geschlossen werden. Das zeigt sich am augenfälligsten in dem Verhalten der nackten, nur aus Körnerplasma bestehenden Pseudopodien vieler Rhizopoden, denn während aus dem Inneren der Zellen herausgetriebenes Körnerplasma sich sofort mit einer Niederschlagsmembran überzieht, lässt sich an jenen Pseudopodien eine solche Membran durchaus nicht nachweisen.

Eine Niederschlagsmembran fehlt aber auch an der Peripherie der Hautschicht der zum freien Leben angepassten Plasmamassen, wie solche die Plasmodien oder Schwärmsporen bilden. Letztere bedecken sich schliesslich mit einer Cellulosemembran, die ein Auscheidungsproduct des Protoplasma, aber keine Niederschlagsmembran desselben ist.

Zeigt die Hautschicht in Pflanzenzellen gewisse Eigenschaften einer Niederschlagsmembran, so sehe ich hierin eben nur den Beweis, dass sie diese Eigenschaften mit den Niederschlagsmembranen theilt, kann aber dem Schluss nicht beitreten, dass sie selbst nur als eine solche Membran aufzufassen sei. Letztere Deutung wird ja wohl durch alle in diesem Aufsatze niedergelegten Beobachtungen und Betrachtungen von vorne herein ausgeschlossen.

Eine Niederschlagsmembran können wir eben so wenig auf der Innenseite des Wandplasma wo letzteres in Pflanzenzellen an Zellflüssigkeit grenzt, noch an den frei den Zellsaft durchsetzenden Plasmafäden gelten lassen.

---

[1]) Lehre von den Pflz., p. 44 u. 45.
[3]) Sitzb. d. niederrh. Gesellsch. in Bonn 1870, p. 221.
[2]) Flora 1873, p. 125.

Eine andere Frage ist es, ob eine solche Niederschlagsmembran auch an der Oberfläche der im Protoplasma gebildeten Vacuolen fehle. An contractilen Vacuolen ist sie sicher nicht vorhanden, das zeigt ihr völliges Schwinden bei der Systole.[1]) Bei stabilen Vacuolen mag sie immerhin auftreten können, manche Fälle, die ich beobachtet habe, sprachen scheinbar dafür; gewöhnlich dürften aber auch solche Vacuolen nur durch das physikalische „Oberflächenhäutchen" abgegrenzt sein. — Ob sich hier zu dem Oberflächenhäutchen eine anderweitige Verdichtung der Oberfläche im Sinne der Max Schultze'schen „Contactmembran" gesellen kann, will ich dahingestellt lassen.

Es muss hier mit Brücke und Max Schultze immer wieder davor gewarnt werden, die an leblosen Flüssigkeiten gemachten Beobachtungen ohne Weiteres auf eine lebende Substanz zu übertragen, welche fortwährenden Veränderungen in ihrer ganzen Masse ausgesetzt ist.

Wie complicirt der moleculare Bau der protoplasmatischen Substanz sein müsse, das lehrten uns am besten die Erscheinungen, die wir an den in Theilung begriffenen Zellkernen beobachtet haben.[2]) Zunächst wird die Substanz des Zellkernes ganz homogen, dann tritt eine Sonderung in ihr ein, indem gewisse Bestandtheile derselben sich an zwei entgegengesetzten peripherischen Stellen des Zellkernes ansammeln. Sie bestehen aus der activen Kernsubstanz und bilden die Pole. Von diesen beiden Polen werden andere Bestandtheile der Kernsubstanz abgestossen und sammeln sich, fliehend, in der Aequatorialebene des Zellkernes zur Kernplatte an. Zwischen Kernpolen und Kernplatte bleiben endlich noch Fäden einer anderweitigen Kernsubstanz zurück, welche beide verbindet. Auf solchem Zustande hat der Kern meist eine spindelförmige Gestalt. Die active, an den Polen angesammelte Kernsubstanz tritt ihrer Masse nach gegen die übrige sehr zurück. In thierischen Zellen war sie als ein besonderes Knöpfchen markirt, bei den Pflanzenzellen oft kaum zu unterscheiden. Nach den Vorgängen an thierischen Eiern urtheilend, habe ich es wahrscheinlich zu machen gesucht, dass es vornämlich

[1]) Bei verschiedenen Infusorien treten an Stelle der geschwundenen Vacuole mehrere Tropfen auf, welche miteinander zusammenfliessen (Wrzesniowski, Archiv f. mikr. Anat., Bd. V, p. 34).

[2]) Vergl. Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl.

e active Kernsubstanz ist, die bei der Befruchtung als männ-
hes Element in das Ei eingeführt wird. Die Masse der Kern-
atte ist in den pflanzlichen Zellen meist relativ beträchtlich,
rchgehend stärker als in den thierischen Zellen, was mit der
sbildung der aus der Kernplatte hervorgehenden Kernfäden
pflanzlichen Zellen zusammenhängt. Die fadenförmige Zwi-
henmasse, welche die Pole mit der Kernplatte verbindet, ist
ärker oder schwächer vertreten; meist steht sie sehr bedeutend
rück gegen die Masse der Kernplatte. So erscheint uns der
llkern aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzt, sicher
ch differenter als diejenigen, die wir als Hautplasma und
örnerplasma unterscheiden konnten.

Jeder der durch Theilung entstandenen oder auch in an-
ren Fällen frei angesetzten Zellkerne ist zunächst ganz ho-
ogen, zeigt dann aber eine meist mit Grössenzunahme verbun-
ne Differenzirung, die sehr häufig damit endet, dass sich am
llkern eine dichtere Kernhülle, ein von dieser umschlossener
inder dichter „Kernsaft", wie ihn die Zoologen nennen, und in
mselben suspendirte Kernfäden unterscheiden lassen. Bei der
rmausbildung der Zellkerne und ihrer Kernkörperchen mögen
ch die flüssigen Eigenschaften des Protoplasma zur Geltung
mmen und es erklären, warum diese Gebilde so häufig kugel-
nd sind. Selbstverständlich ist der Zellkern deshalb noch nicht
n Flüssigkeitstropfen, denn ausser den Eigenschaften die sein
asma mit Flüssigkeiten gemein hat, kommen die activen Eigen-
haften seiner Molecule hinzu, die ihn zu den complicirten Vor-
ngen befähigen, die sich in seinem Inneren abspielen.

Mit der Unterscheidung von Hautplasma und Körnerplasma
ben wir eine so verbreitete Differenzirung des Protoplasma
rührt, dass eine allgemeine Behandlung derselben möglich war.
t Recht bemerkt wohl Max Schultze [1]), dass „eine Rinde an
t allen als Zellen fungirenden Protoplasmamassen vorzukommen
heint." — Dass aber diese Differenzirung keine ein für alle
l an die Natur des Protoplasma gebundene sei, das zeigten
s die Rhizopoden mit ihren von Hautschicht entblössten, wahr-
ft nackten Pseudopodien.

Diese Pseudopodien, in den typischen Fällen, aus leicht-
ssendem, körnerhaltigem Plasma gleichmässig gebildet, haben

[1]) Protoplasma, p. 58.

übrigens innerhalb der Gruppe ziemlich tiefgehende Modificationen erfahren, deren Betrachtung wohl geeignet ist, uns in weitergehende Veränderungen, welcher das Protoplasma fähig ist, einzuführen.

„Wer viele verschiedene Arten von Rhizopoden aufmerksam untersucht hat," schreibt Max Schultze [1]), „weiss sehr wohl, dass ihre Pseudopodien eine sehr verschiedene Consistenz und demnach auch eine sehr verschiedene Neigung zum Zusammenfliessen haben können." Unter den Gromiden, meint er, treten die Extreme am schärfsten hervor bei den beiden Arten: Gromia oviformis und Gromia Dujardini. Die Pseudopodien der ersten gehören zu den körnerhaltigen, leicht fliessenden, sie sind reich und mannigfaltig verzweigt und zeigen viele Anastomosen; die Pseudopodien der letzteren hingegen sind völlig hyalin, äusserst träge in ihren Bewegungen, so starr und fest, dass sie keine Neigung zum Zusammenfliessen haben, auch wenn sie sich berühren, und verzweigen sich kaum.

„Die Pseudopodien der Monothalamien," schreiben R. Hertwig und E. Lesser [2]), „sind sehr vielgestaltig. Einerseits cylindrische, stumpfe, unverästelte und nicht verschmelzende, körnchenlose Pseudopodien, andererseits zarte, spitz endende Fäden, welche sich vielfach verästeln und mit benachbarten confluiren, sowie mit einer regen Körnchenströmung und lebhaften Contractilität begabt sind. Zwischen diesen Extremen gibt es jedoch vielfache Zwischenstufen. So können die stumpfen Pseudopodien Körnchen in ihr Inneres aufnehmen und verschmelzen, die spitzen hinwiederum körnchenfrei ohne Verästelung und ohne Anastomosen auftreten." — „Die Fortsätze desselben Thieres können sogar unter einem vielgestaltigen Bilde erscheinen. [3]) Gleichwohl kann man im Grossen und Ganzen zwei Arten Pseudopodien, spitze und stumpfe, unterscheiden und darnach die Monothalamien eintheilen in Rhizopoda und Lobosa, wenn man sich dabei bewusst bleibt, dass die hierdurch ausgedrückten Unterschiede keine schroffen und unvermittelten sind."

---

[1]) Protoplasma, p. 28.

[2]) l. c., p. 85.

[3]) Gromia granulata, F. E. Schulze, z. B., deren glashelle, körnchenlose, fadenförmige, wiederholt sich spitzwinklich theilende Pseudopodien leicht netzartig mit einander verschmelzen, streckt manchmal auch kleine, lappenförmige Protoplasmafortsätze zwischen den fadenförmigen hervor, zieht sie bald aber wieder ein (Franz Eilhard Schulze, Archiv f. mikr. Anat., Bd. XI, p. 118.

Unter den den Monothalamien nächst verwandten Heliozoen erfahren dann die Pseudopodien die schon früher erwähnte Differenzirung in einen festen, homogenen Axenfaden und flüssigeren, körnchenhaltigen Ueberzug.

Bei den Monothalamia Lobosa andererseits wird eine Differenzirung im Protoplasma der Pseudopodien kenntlich, die zu dessen beliebter Sonderung in äussere Hautschicht und inneres Körnerplasma führt. Während das Protoplasma der Pseudopodien bei allen Arcellen und dem grössten Theile der Difflugien durchweg homogen ist, fliessen bei einem kleineren Theile der letzteren die feinsten Körnchen der Körpersubstanz in die centralen Partien der Pseudopodien hinein. [1])

Die echten Amoeben zeigen an ihrem ganzen Körper oft besenders scharf die Sonderung in Hautschicht und Körnerplasma durchgeführt. Diese Amoeben sind wiederum leichter oder schwerer flüssig, und es ist zur weiteren Beleuchtung der moleculären Structurverhältnisse des Protoplasma von grossem Interesse, zu verfolgen, in welcher Beziehung ihre Consistenz zu ihrer Körperform steht. Die leichtfliessenden Amoeben kommen der Tropfenform am nächsten, wenn selbst auch bei diesen die Action innerer Kräfte sich fortwährend geltend macht und in mannigfachem Wechsel der Gestalt dieses Streben zur Tropfenform überwindet. Sinkt die Thätigkeit der Körpermolecule, kommt die Amoebe zur Ruhe, so rundet sie sich kugelig ab. — Die schwerflüssigen Amoeben haben andererseits die bestimmtesten und stabilsten Formen aufzuweisen, wie sie uns beispielsweise die bekannte morgensternförmige Amoeba radiosa Ehrenberg's zeigt. [2]) Das Formbestimmende scheint hier bei weitem vorwiegend die Hautschicht zu sein.

---

[1]) R. Hertwig und E. Lesser, l. c., p. 93. Vergl. auch Fr. E. Schulze, Archiv f. mikr. Anat., Bd. XI, p. 337.

[2]) In dieser Form, schreibt L. Auerbach (Zeitschrift f. wiss. Zool. 1856, Bd. VII, p. 402), verharren die Amoeben oft sehr lange starr und regungslos. Andere Male aber sieht man sie einzelne ihrer Fortsätze tasterartig bewegen und selbst knieförmig beugen und strecken; oder es fängt nach einiger Zeit das Thier an unter dem Anscheine des Zerfliessens sich auszubreiten und dann herumzukriechen. Viele Individuen trifft man andererseits zu Anfang der Untersuchung kugelig an, welche alsbald Fortsätze treiben und die Morgensternform annehmen oder auch zu kriechen anfangen. — Es ist wohl denkbar, dass Wasserabnahme oder Wasserzunahme im Körper unmittelbar dessen geschildertes Verhalten beeinflussen.

Franz Eilhard Schulze beobachtete neuerdings eine ganz merkwürdige Amoebe: die Mastigamoeba aspera, welche eine hyaline, zähflüssige Hautschicht und von dieser umschlossenes dünnflüssiges Körnerplasma zeigend, vorwiegend bilateral entwickelte dicke Pseudopodien und vorn ausserdem eine Geissel aufzuweisen hatte.[1])

Eine eigene Differenzirung und Formgestaltung zeigt die Hautschicht an den Geisselzellen der Schwämme, wie das von James Clark, Carter und vornehmlich von Haeckel[2]) beschrieben wurde. An den übrigen Flächen nur als dünne Schicht das Körnerplasma überziehend, schwillt sie nämlich an der Endfläche der Geisselzelle zu besonderer Stärke an. Sie bildet hier einen hyalinen, cylindrischen Hals, der aus seinem Mittelpunkte eine lange, dünne, bewegliche Geissel hervorsendet, an seinen Rändern aber zu einem dünnen Trichter sich ausbildet, der kragenförmig die Geissel umgibt. Die Geisselbewegung kann in amoeboide Bewegung verwandelt werden entweder im normalen Verlaufe der späteren Entwickelung oder unter besonderen physiologischen Verhältnissen, oder auch bei künstlicher Zerzupfung des Endoderms. Dann wird nicht nur die Geissel, sondern auch Kragen und Hals der Geisselzelle in die gleichmässig sich um die Zelle vertheilende Hautschicht eingezogen. Die längliche, cylindrisch-konische Gestalt der Geisselzelle geht in eine rundliche oder subsphärische über und nun beginnen überall auf der Oberfläche der Hautschicht feine, langsam sich bewegende Fortsätze aufzutreten, welche ihre Grösse, Gestalt und Zahl langsam ändern.[3])

Die autonomen Formgestaltungen der Plasmakörper, die uns an den angeführten Beispielen in so anschaulicher Weise entgegentreten, gestatten uns auch eine Vorstellung von den manigfachen Vorgängen, wie sie bei den Structurdifferenzirungen im thierischen Körpern sich abspielen müssen. Denn die Structurdifferenzirung der Thiere ist vornämlich durch eine bleibende Gestaltung ihrer constituirenden Plasmamassen bedingt. — Bei den Pflanzen sind es hingegen mehr Aussonderungsproducte des Protoplasma, an welche auffälligere Structurdifferenzen geknüpft sind, während das Protoplasma selbst in ziemlich unveränderter Form uns hier fast überall entgegentritt. Nur in den Geschlechtspro-

---

[1]) Archiv für mikr. Anat. Bd. XI, p. 583.

[2]) Die Kalkschwämme 1872. Bd. I, p. 140 u. ff., Vergl. dort die Literatur.

[3]) So Haeckel l. c., p. 408 und 409.

ieten finden wir auch bei den Pflanzen unmittelbare Erzeugnisse s Protoplasma, die den entsprechenden und anderen Gebilden s Thierreichs sich zur Seite stellen lassen. — Die Protisten verlten sich in einzelnen ihrer Gruppen sehr verschieden und bald igt ihr protoplasmatischer Körper kaum eine sichtbare Sonderg, bald erreicht hier diese Sonderung die allerhöchsten Maasse. nstvoll differenzirte Aussonderungsproducte begleiten manchmal n mehr oder weniger zusammengesetzten, oft aber gerade den fachsten Protoplasmaleib.

Abgesehen von seinen inneren Structurverhältnissen ist aber s Protoplasma im ganzen, organisirten Reiche, ob unmittelbar er mittelbar, als der Träger der Gestaltung anzusehen.

Wenn wir auch, wie erwähnt, die inneren Structurverhältnisse Pflanzen fast ausnahmslos an Aussonderungsproducte des Prolasma gebunden finden, bleibt die Möglichkeit doch offen, dass s Protoplasma auch hier einmal unmittelbar in complicirte derungsverhältnisse eintrete. Dabei geht es hier aber als ende Substanz unter, während es bei den meisten seiner Differzirungen in thierischen Körpern, so wie ganz im Allgemeinen seiner Umbildung in Geschlechtsproducte, innerhalb der lebensigen Modificationen verbleibt. Eine Grenze zwischen lebenden d leblosen Producten des Protoplasma wird übrigens an vielen ten nicht scharf zu ziehen sein.

Der Fall, um den es sich hier handelt, tritt uns bei relativ h organisirten Pflanzen und zwar in den Sporangien der dropterideen (Rhizokarpeen) entgegen.

Meine diesbezüglichen Angaben für Azolla [1]) fanden ihre Stütze den gleichzeitig erschienenen entwickelungsgeschichtlichen Unterchungen von Russow über Marsilia [2]), bald in ähnlichen Unterchungen Juranyi's über Salvinia [3]). Aus den letztgenannten beiten geht unzweifelhaft hervor, dass das complicirt gebaute isporium an den Makrosporen, sowie die Zwischenmasse, welche Mikrosporen der Hydropterideen verbindet, ein unmittelbares fferenzirungsproduct des umgebenden Protoplasma ist.

[1]) Ueber Azolla, 1873, p. 62 u. 71.

[2]) Histologie und Entwicklungsgeschichte der Sporenfrucht von Marsilia l und Vergleichende Untersuchungen, Mém. de l'Ac. imp. d. sc. de St. tersbourg, VIIème Série, Tome XIX, p. 52 u. ff. 1872.

[3]) Ueber die Entwicklung der Sporangien und Sporen der Salvinia tans, 1873.

Die junge Makrospore von Marsilia wird von einer aus den Specialmutterhäuten hervorgegangenen, dünnflüssigen Hülle umfasst, um welche sich alsbald feinkörniges, bräunlich tingirtes Protoplasma zu einer Blase ansammelt.[1]) Die Protaplasmablase nimmt Ellipsoidform an. Fast an ihrer ganzen, inneren Peripherie tritt nun plötzlich eine in zwei Schichten differenzirte, verhältnissmässig äusserst dicke, hellbraun tingirte[2]) Haut auf. Von den beiden Schichten ist die innere structurlos und von geringer Mächtigkeit, die äussere aus sechseckigen, radialgestellten, dünnwandigen und mit granulirter Flüssigkeit erfüllten Prismen zusammengesetzte, von einer Dicke, welche dem dritten Theile der definitiven Mächtigkeit dieser Schicht gleichkommt. In Wasser jetzt gebracht, werden nach einigen Minuten sämmtliche Contouren der Haut undeutlich und alsbald in eine farblose, vacuolige Protoplasmamasse verwandelt. — Diese Haut wird also unzweifelhaft aus dem Protoplasma selbst gebildet. Hat sie die halbe Mächtigkeit des definitiven Zustandes erreicht, so wird sie von Wasser nicht mehr angegriffen. Das die Haut umgebende Protoplasma bildet noch eine hyaline, dünne Schicht an ihrer Oberfläche Dann schwindet die die Spore umgebende Flüssigkeit und ihre Membran legt sich der aus Protoplasma gebildeten Haut: dem Episporium, an, um mit ihm fest zu verwachsen. — Bei der Reife wird der Inhalt der Prismen des Episporiums durch Luft ersetzt.

Bei Salvinia sieht man die junge Makrospore ebenfalls von einer protoplasmatischen Substanz umgeben, welche, wie Juranyi zeigt[3]), aus den zerfallenen Mantelzellen des Sporangium und der übrigen Sporen stammt. In dieser Plasmamasse beginnt die definitive Differenzirung mit der Vermehrung der Vacuolen, welche schliesslich an allen Orten aneinanderstossen und das schaumartige Episporium bilden. Bei Salvinia ist dieses Episporium, wie wir sehen, viel einfacher gebaut als bei Marsilia, auch bei letzterer tritt es aber an Verwickelung des Baues noch weit hinter dasjenige der Azollen zurück.

Bei letzteren besteht das Episporium, welches die Makrospore umgibt, aus zwei verschiedenen Theilen: einer unteren mehr oder weniger kunstvoll gebauten Haut und einem oberen, massigen

---

[1]) Russow, vergl. Unters., p. 53 u. ff.
[2]) Ebendas., p. 53 u. ff.
[3]) l. c., p. 14 u. ff.

örper, den ich als Schwimmapparat bezeichnet habe, weil er e Spore später schwimmend auf der Oberfläche des Wassers ält. Figur 28, aus meiner Abhandlung über Azolla entnommen, gt eine solche Makrospore von A. filiculoides Lam. in dem Sorus geschlossen, den sie nach Resorbtion aller gleichzeitig mit ihr gelegten Sporen und selbst des Sporangiums, vollständig er- lt. Der Schwimmapparat besteht hier aus drei annähernd nförmigen Körpern von schaumiger, derjenigen des Episporium Salvinia entsprechender Substanz. (Fig. 29.) [1]) An einzelnen llen finden sich in dieser Substanz Concremente. (Fig. 30.) Am heitel der birnförmigen Körper geht die schaumartige Substanz feine Fasern über. (Fig. 29.) — Der Bau der Haut an der teren Hälfte des Episporium von Azolla filiculoides soll durch sere Fig. 31 und 32 vergegenwärtigt werden, und zwar bei 32 Oberflächenansicht, bei 31 im Längsschnitt. Diese Haut grenzt die radial gestreifte, bräunlich-gelbe Membran der Spore und det warzenförmige Vorsprünge, die theils einzeln frei stehen, ils zu zwei verschmolzen sind. An die Membran der Spore grenzt e bräunliche, schaumartig differencirte Substanz, die auch die arzen ausfüllt. Die Einsenkungen zwischen denselben sind von er soliden, stark lichtbrechenden, gelblichen Substanz ausge- eidet. Die Oberfläche der Warzen wird von einer grumoesen asse bedeckt; endlich entspringen von den Rändern der Warzen nge, peitschenförmige, farblose und homogene, äusserst feine äden.

Bei jeder Species der Azollen ist nun der Bau dieser Haut rschieden.

Bei Azolla caroliniana (Fig. 33) folgt auf die Sporenmembran ne feinfaserige Zwischenmasse und auf diese eine starke, mit regelmässigen, knotigen Vorsprüngen besetzte Haut; von den orsprüngen gehen feine, peitschenförmige Fäden aus.

Bei Azolla pinnata R. Br. (Fig. 34) folgt auf die Sporenhaut ne starke Faserschicht und auf diese eine dicke, aus radial- stellten Prismen gebildete Haut. An einzelnen Stellen ver- achsen benachbarte Prismen zu einem starken, knotigen, vor- ringenden Höcker.

Azollla niotica de Caisne (Fig. 35) endlich zeigt in der unteren älfte ihres Episporiums einen der A. pinnata ähnlichen Bau, nur

[1]) Die meisten der folgenden Figuren nochmals nach der Natur ge- chnet.

ist hier im Verhältniss die faserige Zwischenmasse sehr reducirt, die Prismen regelmässiger ausgebildet und breiter, die vorspringenden Höcker kleiner.

Im Uebrigen muss ich hier auf meine Abhandlung über Azolla und die dort gegebenen Abbildungen verweisen.

Die Mikrosporen von Salvinia sind in eine schaumige Substanz eingebettet, die durchaus derjenigen des Episporiums derselben Pflanze auch der birnförmigen Körper der Azollen und der Zwischensubstanz bei Azolla filiculoides entspricht. Juranyi hat auch hier gezeigt, dass diese Substanz dem sich differenzirenden Protoplasma der zerfallenen Mantelzellen des Sporangium entstammt.[1]) Bei Azolla ist nun das Merkwürdige, dass diese schaumige Substanz, in der die Mikrosporen eingebettet liegen, nicht einen Körper wie bei Salvinia, sondern stets mehrere Körper in jedem Sporangium bildet. Ausserdem zeigen hier diese s. g. Massulae oft sehr eigenthümliche Fortsätze an ihrer Peripherie. In meiner Abhandlung über Azolla nahm ich an, dass die schaumartige Substanz der Massulae von einer besonderen Haut umgeben sei. Ich muss das jetzt nach besserer Einsicht zurücknehmen; diese Haut ist in der That nichts als die Abgrenzung der peripherisch gelegenen Bläschen nach aussen.

Die Fortsätze der Massulae treten uns in dem einfachsten Falle als directe, unregelmässige Vorsprünge der schaumigen Substanz entgegen, so wie wir es etwa in Fig. 37 für Azolla pinnata sehen können.

Bei Azolla filiculoides und caroliniana sind es hingegen haarartige Gebilde, die s. g. Glochiden, welche nur der Peripherie der schaumigen Substanz aufsitzen. Fig. 38 zeigt eine ganze Massula von Azolla filiculoides mit den ihr aufsitzenden Glochiden. Fig. 39a und 40 eine solche Glochide in der Front und der Seitenansicht. Ich hatte früher einige Bedenken, diese Glochiden, ihres merkwürdigen Baues wegen, auch weil sie ausgebildet noch eines selbständigen Wachsthums fähig sind, für unmittelbare Differenzirungsproducte des Protoplasma zu halten; jetzt sind diese Bedenken bei mir völlig geschwunden, wo ich weiss, dass bei Marsilia die aus dem Protoplasma differenzirte Prismenschicht auch noch wachsen kann, und ich mir vergegenwärtigte, dass nicht minder eigenthümliche unmittelbare Differenzirungsproducte des Protoplasma bei den Myxomyceten vorliegen. Gegen die Zellen-

[1]) l. c., p. 19.

tur dieser Gebilde sprach auch früher schon ihre Insertion an r Peripherie der Massulae, der Mangel der Zellkerne und auch lichen Inhaltes in den Hohlräumen ihres Körpers, ihre innerb dieser Hohlräume sehr häufig unvollständigen Scheidewände. [1]) nahm früher auch Anstand diese Glochiden mit den Fortsätzen den Massulae der Azolla pinnata und nilotica zu vergleichen; mehr neige ich auch zu dieser Zusammenstellung, nachdem die Fortsätze bei Azolla pinnata einer nochmaligen, eingehenn Beobachtung unterzog. In der That fand ich nämlich (Vergl. . 37), dass diese Fortsätze sich in mancher Beziehung den Gloden nähern, langgestreckte Formen wie diese annehmen (Fig. 37 hts) und sogar auch annähernd ähnliche Kammern in ihrem eren zeigen können. Die Glochiden bleiben immerhin noch extremsten, sehr hoch ausgebildete Formen dieser Fortsätze.

Alle nun diese Episporien und Massulae aufbauenden, aus toplasmatischen Substanzen direct erzeugten Gebilde zeichnen h im fertigen Zustande durch ihre ausserordentliche Resistenzigkeit gegen concentrirte Säuren und Alcalien aus, so wie ch ihr gleichgültiges Verhalten gegenüber gewohnten mikromischen Reagentien. Nur dass ihre Braunfärbung mit Jod ingt, nicht anders übrigens als cuticularisirter Zellhäute.

Die Fruchtkörper der Myxomyceten, die wir sicher ebenfalls unmittelbare Producte des Protoplasma aufzufassen haben, halten sich auch in mikrochemischer Beziehung jenen Gebilden r Hydropteriden gleich. Auf die entwickelungsgeschichtliche hnlichkeit, welche zwischen diesen Gebilden besteht, hat auch stafiński [2]) in seiner Inaugural-Dissertation hingewiesen.

Beispielweise soll hier noch der Angaben von Oscar Schmidt [3]) dacht werden, dass auch die so resistenten Fasern der Hornongien einer unmittelbaren Umwandlung des Protoplasma ihre ntstehung verdanken.

Der Zweck aller dieser Schilderungen war der, in uns die berzeugung zu erwecken, dass das Protoplasma als ein sehr mplicirt gebauter Körper aufgefasst werden müsse.

Diese Ueberzeugung muss uns leiten, wenn wir uns das

[1]) Das Nähere vergl. in meiner Abhandlung.

[2]) Versuch eines Systems der Mycetozoen 1873, p. 18.

[3]) Supplement der Spongien des Adriat. Meeres, Leipzig 1864, p. 7 u. a.

Protoplasma eines Eies als Träger der specifischen Eigenschaften des ganzen zukünftigen Organismus vorstellen sollen.

Zu dieser Vorstellung kann uns die Betrachtung einfacherer Verhältnisse bei den niederen Organismen verhelfen.

Bei Myxomyceten finden wir als Vorstufe der oft so complicirt gebauten Fruchtkörper nur Protoplasma als Plasmodium vor. Aus diesem Protoplasma werden die Fruchtkörper unmittelbar dargestellt.

So gering im Verhältniss die Verschiedenheiten in den Plasmodien der einzelnen Arten sind, so bedeutend können die Fruchtkörper derselben differiren. Unter den sichtbar gleichförmigen Eigenschaften der Plasmodien müssen also Verschiedenheiten verborgen sein, die sich jeder directen Wahrnehmung entziehen.

Diese Verschiedenheiten können weder durch die wechselnde Grösse der hypothetischen Plasmamolecule, noch durch die wechselnde Grösse ihrer Wasserhüllen, noch durch die einfache Steigerung oder Verringerung der Action der Molecule bedingt sein, denn diese Differenzen äussern sich ja, wie wir annehmen müssen, in den sichtbar werdenden Consistenzunterschieden, die in keinem Verhältnisse zu späteren Structurverhältnissen der Fruchtkörper stehen; auch haben wir ja gesehen, dass nicht einmal die Eigenschaften der Hautschicht sich, als solche, aus Consistenzdifferenzen des Protoplasma allein erklären lassen. Andererseits würde der Wechsel dieser Verhältnisse nicht den nöthigen Specialraum bieten für die Erklärung der grossen Manigfaltigkeit der Erscheinungen am Protoplasma.

So müssen wir wohl die Molecule selbst als Träger der specifischen Eigenschaften uns denken. Diese Molecule wären dann aber, wie von verschiedenen Seiten bereits angedeutet wurde, als Einheiten von sehr zusammengesetztem Bau aufzufassen.

Als active Plasmacentren sind dieselben neuerdings von Elsberg [1]) und Haeckel [2]) „Plastidule“ benannt worden.

Dass diese Plastidulen die Träger der specifischen Eigenschaften des Plasma sind, das zeigt schon der Umstand, dass aus einem Plasmodium eine unbestimmte Zahl Fruchtkörper angelegt werden kann. Jedes Stück eines künstlich zertheilten Plasmodiums ist befähigt, einen Fruchtkörper zu erzeugen, wenn

---

[1]) Proceed. of the American Association, Hartford 1874.

[2]) Die Perigenesis der Plastidule 1876.

es nur die ausreichende Masse hierzu besitzt. Jedes Stück eines Plasmodiums hat also die Eigenschaften des Ganzen.

Ebenso konnte eine Vaucheria-Schwärmspore künstlich in mehrere zerlegt werden, welche sich nur in ihrer Grösse von der ursprünglichen unterschieden.

So auch kann selbst bei höheren Organismen das Protoplasma einer einzelnen Zelle befähigt sein den ganzen Organismus zu wiederholen. Beispielsweise werden bei gesteckten Begoniablättern neue Pflanzen aus einzelnen Epidermiszellen erzeugt und kann fast jede peripherische Zelle eines Laubmooses zu Protonema auswachsen und somit durch Vermittelung des letzteren neuen Pflanzen den Ursprung geben.

Besonders zur Wiederholung des Organismus angepasste Zellen sind aber die Sporen und Eier.

Erstere recapituliren die Entwickelung unmittelbar, letztere nachdem ihr Protoplasma erst mit dem Protoplasma einer anderen Zelle sich vereinigt hat.

Wodurch aber die Erscheinung bedingt wird, die wir bei den Organismen Entwickelung nennen, darüber lässt sich nach dem Stande unseres Wissens nicht einmal eine Hypothese aufstellen. Es sind da jedenfalls moleculare Vorgänge im Spiele, die sich jeder physikalischen Behandlung bis jetzt entziehen.

Ebenso wenig als über die Mechanik der Entwickelung können wir uns über die Mechanik der Vererbung eine Vorstellung machen. Wir constatiren nur die Thatsache, dass die Art der Entwickelung durch die Vererbung bestimmt wird.

Wir nehmen weiter an, dass äussere Ursachen im Allgemeinen das Auftreten neuer Eigenschaften an den Organismen, als sogenannter Anpassungserscheinungen, veranlassen.

Mit welch molecularer That aber ein Organismus auf einen äusseren Einfluss reagirt, ist unbekannt.

Es besteht hier kein directes Verhältniss zwischen der Action und der Reaction, daher man wohl auch so häufig die äussere Action bei Veränderungen der Organismen in Abrede gestellt hat.

Vererbt werden aber nur solche Veränderungen, welche entweder das ganze Protoplasma des Organismus, oder doch zum Mindesten, auf directe oder indirecte Weise, das Protoplasma seiner ungeschlechtlich oder geschlechtlich erzeugten Vermehrungsorgane beeinflussen.

Veränderungen, welche nicht das ganze Protoplasma beeinflussen oder doch nicht solche Theile, welche ihrerseits einen Ein-

fluss auf die Vermehrungsorgane üben, werden nicht vererbt. So die Varietäten, die wohl durch Stecklinge sich vervielfältigen lassen, nicht aber durch Samen.

Die gegenseitige Beeinflussung der Protoplasmamassen eines Organismus bei eingetretenen Veränderungen mag die Correlationserscheinungen zur Folge haben.

Nehmen wir aber auch an, dass äussere Ursachen in der phylogenetischen Entwickelung das Auftreten neuer Eigenschaften veranlasst haben, mag ihre Aufeinanderfolge in der phylogenetischen Entwickelung auch ihre Aufeinanderfolge in der ontogenetischen Entwickelung bestimmen, so viel ist sicher, dass die ontogenetische Entwickelung nun unabhängig von den früheren Einflüssen vor sich geht.

Die äusseren Ursachen sind es hier nicht mehr welche die Aufeinanderfolge der Entwickelungszustände veranlassen, diese gehen vielmehr selbständig aus einander hervor.

Es giebt also eine Mechanik der Entwickelung, wo jeder Zustand, unter sonst in gewissen Grenzen sich gleich bleibenden Verhältnissen, einen nächstfolgenden mit Nothwendigkeit setzt.

Die Mannigfaltigkeit der Entwickelung scheint durch die Eigenschaften des Protoplasma in gewisse Schranken gebannt zu sein, das glaube ich wenigstens aus der Thatsache folgern zu müssen, dass so häufig analoge Erscheinungen in der Entwickelung wiederkehren, auch wo eine Homologie nicht anzunehmen ist.

Trotzdem halte ich es nicht für wahrscheinlich, denn darauf beruht ja die relativ so grosse Stabilität der Arten-Charaktere, dass das Protoplasma ohne äussere Veranlassung neue Eigenschaften annehmen sollte. Wird aber unter dem Einflusse eines äusseren, kräftig genug wirkenden Reizes einer der bisherigen Charaktere des Protoplasma verändert oder das Auftreten eines neuen Charakters veranlasst, so scheint dies nur innerhalb bestimmter Bahnen erfolgen zu können.

Wir dürfen nicht annehmen, dass im Protoplasma des Eies alle Theile des Organismus ihre „Keimchen" hätten. Diese Vorstellung ist unverträglich mit den heutigen Anschauungen der Histologie; ausserdem müsste ja bei solchen Organismen, wo das Protoplasma einzelner, abgeleiteter Zellen den ganzen Organismus wiederholen kann, angenommen werden, dass auch jede beliebige Zelle die Keimchen zu allen Theilen des Organismus in sich schliesst. Das würde uns nur zu der Annahme zurückführen, dass es sich hier um die Eigenschaften des Gesammtplasma des Or-

ganismus, so weit dieses nicht etwa speciellen Functionen angepasst und in besondere Structur eingetreten ist, handle.

Eben so gut als wir gezwungen sind, bei den Myxomyceten, deren Fruchtkörper unmittelbar aus dem Protoplasma der Plasmodien hervorgehen, so viel verschiedene Plasmodien anzunehmen, als es verschiedene Arten Fruchtkörper gibt, sind wir auch gezwungen, so viel Protoplasma-Arten anzunehmen, als überhaupt verschiedene Arten von Organismen existiren.

Man muss sich daher das Ei einer Organismen-Art als von den Eiern aller anderen Organismen-Arten different denken, wie ja das auch schon aus dem Umstande folgt, dass ein bestimmtes Ei nur eben diesen, aber keinen anderen Organismus hervorbringen kann.

Die Aehnlichkeit zwischen den Eiern und den sich entsprechenden Entwickelungszuständen verschiedener Arten von Organismen sehen wir aber als die Folge ihrer Homologie, d. h. Blutverwandtschaft an, so weit nicht etwa blosse Analogien vorliegen, welche eine Folge der gleichen Eigenschaften des Substrats sind, aus dem die Organismen sich entwickelt haben.

Dass aber trotz der nothwendig anzunehmenden Verschiedenheit des Protoplasma der Eier solche Aehnlichkeiten in der Entwickelung zwischen ihren Entwickelungs-Producten bestehen bleiben, lässt sich nur begreifen, wenn wir weiter annehmen, dass jeder Charakter so lange innerhalb der molecularen Sphäre verborgen bleibt, bis nicht im Gange der Entwickelung derjenige Zustand erreicht worden ist, an dem er sich frei manifestiren kann.

Von diesem Standpunkte aus lässt sich nur die Thatsache der Vererbung in correspondirendem Alter begreifen, auf welcher überhaupt die Möglichkeit einer Wiederholung der phylogenetischen Entwickelung durch die ontogenetische basirt.

Tritt im Gange der Entwickelung derjenige Zusand nicht ein, an dem sich ein folgender äussern kann, oder wird der letztere in seiner Manifestation verhindert, so bleibt es immerhin möglich, dass er als moleculare Eigenschaft des Protoplasma auf die Nachkommen vererbt werde und sich dann unter günstigen Umständen bei diesen als Atavismus äussere.

Diese Betrachtungen wurden durch ähnliche Untersuchungen von Charles Darwin, Elsberg und Haeckel angeregt; sie liessen sich naturgemäss einem Aufsatze über Protoplasma anschliessen. Ich lege sie hier in rein hypothetischer Form nieder, als einen weiteren Versuch den Erscheinungen des Lebens näher zu treten.

In seinen berühmt gewordenen „mikroskopischen Untersuchungen“ [1]) dachte sich Schwann die Entstehung einer Zelle gleichsam durch Krystallisation, also ähnlich derjenigen eines Krystalls, und führte hierauf eine Parallele zwischen Zelle und Krystall durch, indem er die Unterschiede, die zwischen beiden bestehen, aus der Natur der Stoffe zu erklären suchte, die beim Krystall für Flüssigkeiten undurchdringlich, bei der Zelle durchdringlich seien.

Nach den neuerdings an Zellen gemachten Untersuchungen dürfte kaum noch die Bildung derselben mit einem Krystallisationsvorgange sich vergleichen lassen, und wo anders die Zelle noch mit einem Krystall verglichen wird, so geschieht dieses wohl nur, weil man beide für gleichwerthige morphologische Individualitäten hält.

Auch dieses lässt sich aber nur von einem ganz abstracten Standpunkte aus thun, etwa von der Ansicht ausgehend die Zelle spiele eine ähnliche Rolle in der belebten, als der Krystall in der leblosen Natur. Thatsächlich entsprechen sich aber Krystall und Zelle nicht, denn auch das Protoplasma kann krystallisiren; wo es dies aber thut, stehen seine Krystalle in keinem Verhältniss zu den Zellen.

Die Protoplasmakrystalle beweisen andererseits, dass auch imbibitionsfähige Substanzen zum Krystallisiren befähigt sind. Ja diese Krystalle bleiben selbst imbibitionsfähig und sind ihre Winkel ausserdem etwas inconstant, was Naegeli bewog, sie als „Krystalloide“ zu bezeichnen.

Sie werden in Endospermzellen als Reservestoffe angetroffen. Man findet sie hier in Klebermehlkörnchen eingeschlossen und werden sie sammt jenen bei der Keimung gelöst, um zur Protoplasmabildung innerhalb der jungen Pflanze verwerthet zu werden.

In anderen Geweben der Pflanze sind die Krystalloide selten; ihr merkwürdigstes Vorkommen ist dasjenige in den Zellkernen bei Lathraea squamaria. Man beobachtet sie dort, wie zuerst Radlkofer zeigte [2]), in den Oberflächenzellen der Samenknospe und aller zur Zeit der Samenreife noch vorhandenen Blüthentheile [3]) und zwar in Gestalt dünner, quadratischer oder rectangulärer Plättchen zu Agregaten vereinigt. (Fig. 41 u. 42.)

[1]) Mikrosk. Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen, 1839.

[2]) Ueber Krystalle proteinartiger Körper pflanzlichen und thierischen Ursprungs, 1859.

[3]) l. c., p. 38.

Die Krystalloide reagiren wesentlich so wie das Protoplasma und konnte ich in Erfahrung bringen, dass auch die Osmiumsäure ganz in derselben Weise auf sie einwirkt. Ich habe mir mit Zuhilfenahme derselben sehr schöne Präparate aus dem Endosperm von Bertholletia excelsa hergestellt und auch Präparate der so empfindlichen im Wasser schon zerfliessenden Krystalloide der Lathraea squamaria. (Fig. 41 und 42). Die letzteren färbten sich dann auch mit Beale'schem Carmin schön roth in ihrer ganzen Masse.

Van Tieghem hat neuerdings auf die grosse Verbreitung der Krystalloide bei den Mucorineen hingewiesen; dort sind sie eine ausgeschiedene Substanz. Sie werden aus dem Protoplasma beseitigt, bevor es in das Sporangium oder in die Copulationszelle fliesst, und grenzen sich gegen dasselbe dann durch eine Membran ab.[2])

Zum Schlusse möchte ich hier noch einige Bemerkungen anknüpfen über die Bildung der Cellulose-Membran an den Schwärmsporen der Vaucheria sessilis.

Ich hatte bereits Gelegenheit zu erwähnen, dass die Bildung dieser noch während des Schwärmens beginnt. Ich möchte dies für die Ursache des Aufhörens der Bewegung ansehen. Mit Hilfe des früher beschriebenen Compressionsverfahrens war ich in der Lage mich von dem Vorhandensein auch der zartesten Membran zu überzeugen. Wurde nämlich die Schwärmspore behutsam bis zum Platzen zusammengedrückt und setzte man nun, nachdem ein Theil des Inhaltes aus derselben herausgetreten war, ein wenig Wasser hinzu, so konnte man stets die Hautschicht von der oft unendlich zarten Membran zurücktreten sehen. Auf solchem Zustande ist die Membran noch durch keinerlei Reagens nachzuweisen. Die Hautschicht ist stets vorhanden und schält sich gleichsam von der Membran ab, welche sich unregelmässig faltet. Eine solche Membran konnte ich an den Schwärmsporen schon kurze Zeit, nachdem sie ihr Sporangium verlassen hatten, nachweisen. Sie schwärmen trotzdem noch fort und ziehen, zur Ruhe gekommen, ihre Cilien wohl durch in der Cellulose-Membran zurückgebliebene feine Oeffnungen ein.

Um Plasmaballen die nur von der Grundsubstanz des Körnerplasma gebildet werden, wird keine Cellulose-Membran erzeugt,

[2]) Ann. d. sc nat. Bd. VI Sér., T. I, 1875, p. 30.

wohl aber um hinreichend grosse, mit Hautschicht umgrenzte Stücke, insofern es an der Innenseite der Hautschicht nicht an Material zur Bildung der Zellhaut fehlt.

Ich habe folgende Versuche angestellt: eine eben zur Ruhe gekommene Schwärmspore wurde in der wiederholt geschilderten Weise eines Theiles ihres Inhaltes beraubt, dann Wasser zugesetzt und die Hautschicht so zum Zurückweichen von der zarten Cellulose-Membran veranlasst. Nun wurde wieder mit Fliess-Papier Wasser entzogen und die Schwärmspore abgeflacht, doch nicht bis zum früheren Umfang, also nicht bis an die verlassene Cellulose-Wand heran. In einer feuchten Kammer wurde der so erlangte Zustand stabilisirt und nach 15 Minuten abermals Wasser zugesetzt. Die sich abrundende Schwärmspore zog sich auch dieses Mal von einer äusserst zarten Cellulose-Membran zurück (Fig. 6). Ich hatte somit die Bildung einer zweiten Cellulose-Membran um die Schwärmspore veranlasst. Es gelang mir in einem Falle, drei in einander geschachtelte, mehr oder weniger vollständige Membranen auf diese Weise zu erhalten.

Auch innerhalb eines ziemlich reifen Sporangiums erhielt die Schwärmspore, die ich in ähnlicher Weise von der Sporangium-Wand zurücktreten liess, eine zarte Zellhaut. Hier wurde sie aber viel langsamer erzeugt.

Die Bildung der Membran geht sonst äusserst rasch von Statten, wie man sich hiervon unter günstigen Bedingungen leicht überzeugen kann.

Auch an künstlichen Wundstellen der Vaucheria-Schläuche lassen sich die geschilderten Vorgänge beobachten. Um die herausgetretenen Kugeln von Grundsubstanz des Körnerplasma sieht man auch hier nie eine Cellulose-Membran auftreten, nicht etwa, weil das Material zu ihrer Bildung fehlt, sondern weil, wie ich meine, die Hautschicht allein befähigt ist die Cellulose-Membran an ihrer Oberfläche zu erzeugen. Aus der Hautschicht hingegen, sobald es ihr gelungen die Wunde zu schliessen, wird auch hier sehr rasch eine zarte Cellulose-Membran ausgeschieden, die mit ihrem Rande an die Seitenwände aus Cellulose ansetzt.

Figurenerklärung.

Taf. I.

Fig. 1—6. Vaucheria sessilis.

Fig. 1. Sporangium mit fast reifer Schwärmspore. Alkohol-Präparat. Vergr. 240.

Fig. 2. Vordertheil einer Schwärmspore noch im Sporangium. Nach dem lebenden Objecte entworfen. Vergr. 600.

Fig. 3. Ein Theil der Hautschicht mit Cilien. Osmiumsäure-Präparat. Vergr. 600.

Fig. 4. Ein ebensolcher Theil. Osmiumsäure-Präparat mit Beale'schem Carmin behandelt. Vergr. 600.

Fig. 5. Ein ebensolches Object mit absolutem Alkohol behandelt. Bei a im optischen Durchschnitt, bei b von oben gesehen. Vergr. 600.

Fig. 6. Theil einer Schwärmspore, die zur wiederholten Membranbildung veranlasst worden war. Die Schwärmspore trat von der zuerst erzeugten Cellulose-Haut zurück und bildete eine zweite, die man auch theilweise verlassen sieht. Nach dem lebenden Objecte entworfen. Vergr. 600.

Fig. 7—14. Equisetum arvense.

Fig. 7—14. Spermatozoiden dieser Pflanze in verschiedener Lage. Fig. 7. horizontal gelegen von der Seite gesehen. Fig. 8, 9, 10 mit etwas gegen den Beobachter gehobenem Vorderende. Fig. 14 mit gesenktem Vorderende. Fig. 11 und 12 Bauchansicht. Fig. 13. Rückenansicht. Fig. 7, 8, 10, 11, 12 mit Blase. Fig. 9 u. 14 ohne Blase. Die Blase der Innenfläche der hinteren Windung anhaftend, mit Ausnahme der Fig. 12, wo sie den vorderen Windungen anhängt. Vergr. 900.

Fig. 15—27. Aethalium septicum.

Fig. 15—27. Plasmodienzweige dieses Myxomyceten. Fig. 15—21 im Einziehen begriffen. Fig. 22 im Fortschreiten. Diese Figuren sowie Fig. 27, welche den inneren Theil eines Zweiges mit lebhafter Strömung (innerhalb der Linien) und von Schleimscheide umgeben, vorführt, nach lebenden Objecten entworfen. Fig. 2 ein im Fortschreiten begriffen gewesener Zweig mit Osmiumsäure und Carmin behandelt. Fig. 24—26 im Einziehen begriffen gewesene Zweige mit Chromsäure fixirt. Vergr. 600.

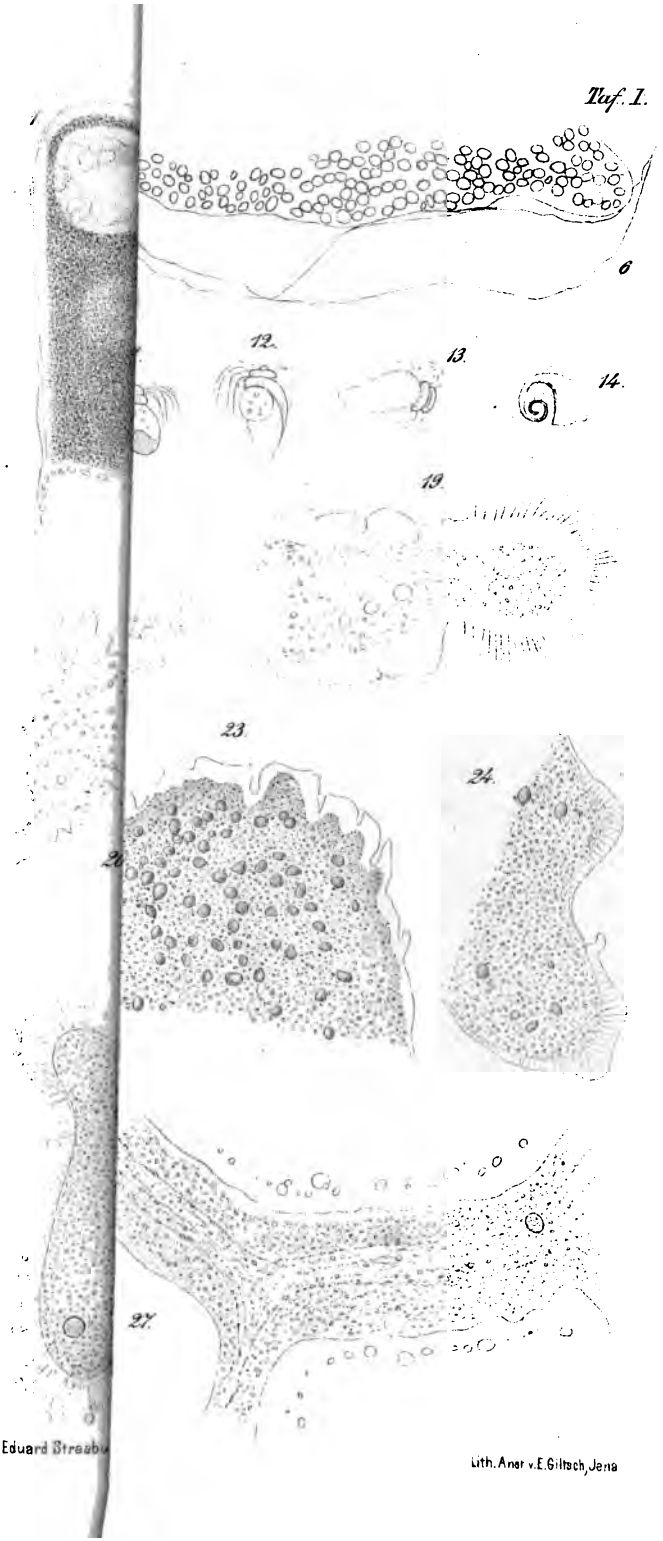
Taf. II.

Fig. 28—40. Azolla.

Fig. 28. Makrospore von A. filiculoides im Indusium eingeschlossen. Vergr. 100.
Fig. 29. Scheitel eines Schwimmkörpers von der Makrospore derselben Pflanze. Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 30. Aus der Basis eines ebensolchen Schwimmkörpers. Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 31 u. 32. Aus dem unteren Theile des Episporiums derselben Pflanze. Fig. 31 im Längsschnitt, Fig. 32 von oben gesehen. Vergr. 600.
Fig. 33. Unteres Episporium von A. caroliniana, im Längsschnitt. Vergr. 520.
Fig. 34. Unteres Episporium von A. pinnata, im Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 35. Unteres Episporium von A. nilotica, im Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 36. Obere Ansicht des Massula-Schaumes von A. filiculoides. Vergr. 600.
Fig. 37. Unteres Stück einer Massula von A. pinnata. Vergr. 600.
Fig. 38. Eine ganze Massula von A. filiculoides. Vergr. 240.
Fig. 39 u. 40. Glochide von A. filiculoides von vorne und von der Seite gesehen. Vergr. 520.

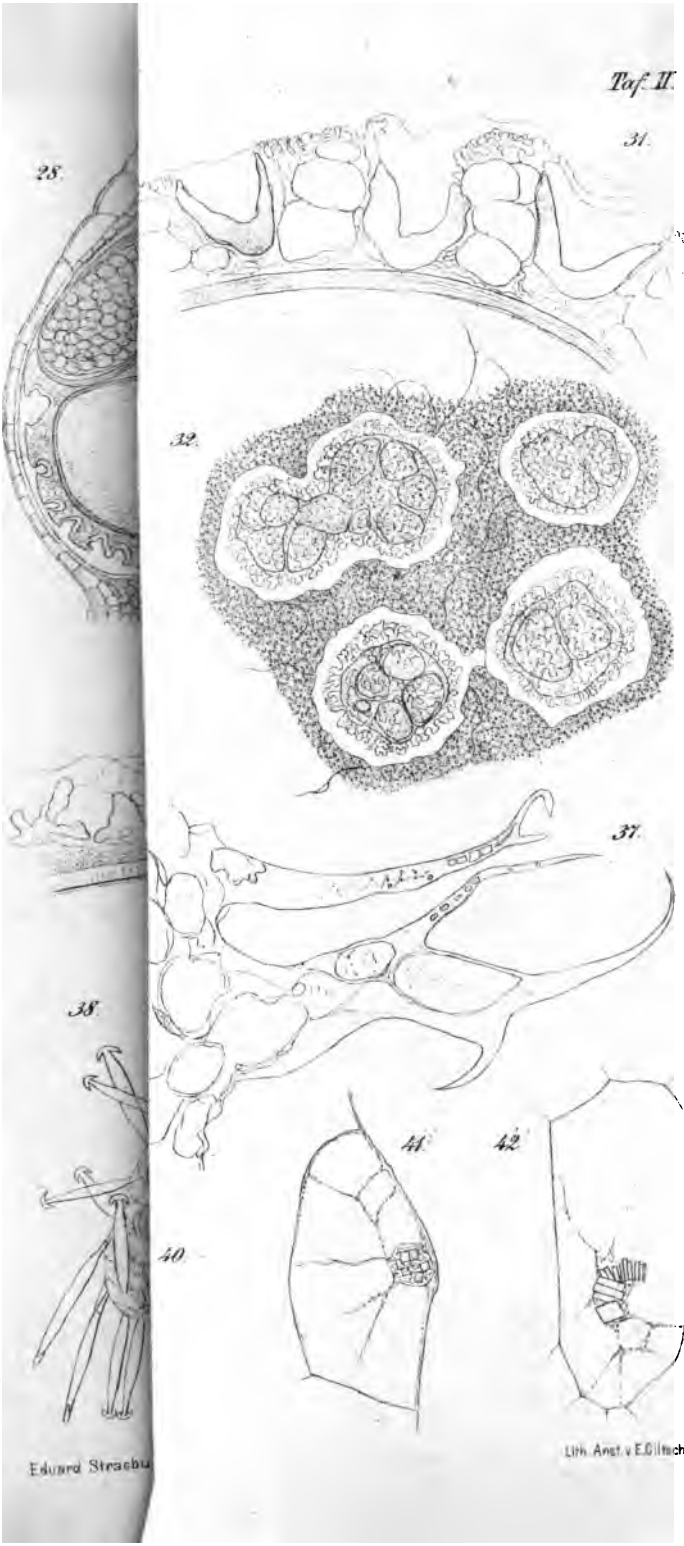
Fig. 41 u. 42. Lathraea squamaria.

Fig. 41 u. 42. Zellen von der Oberfläche der Samenanlagen. Verg. 240.



Eduard Strasbu
Lith. Anst v. E. Giltsch, Jena

Taf. II.

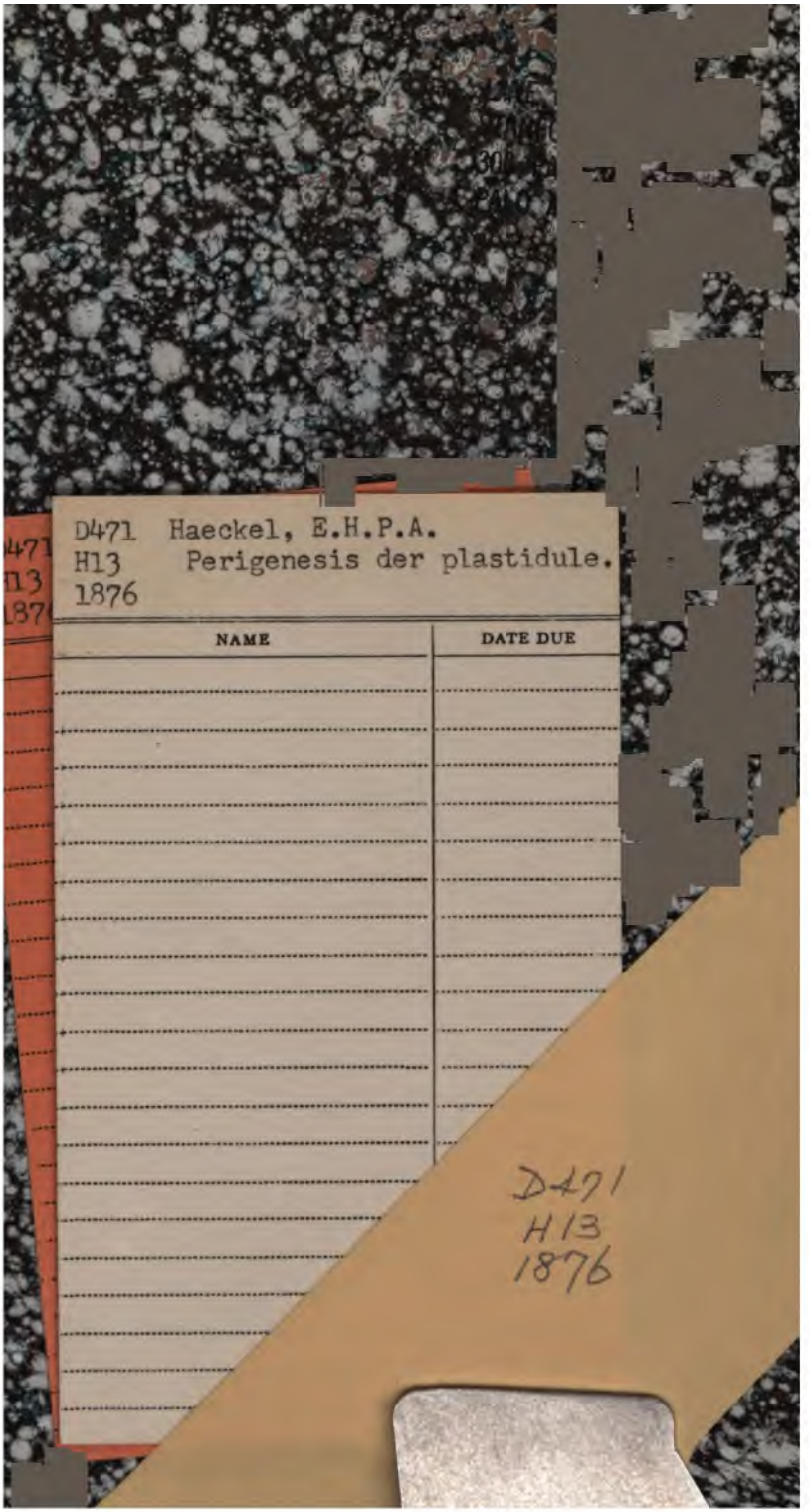


Eduard Strasbu

Lith. Anst. v. E. Giltsch, Jena

LANE MEDICAL LIBRARY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIFORNIA 94304
Ignorance of Library's rules does not exempt violators from penalties.

50M-10-63-5632


D471 Haeckel, E.H.P.A.
H13 Perigenesis der plastidule.
1876
NAME
DATE DUE
D471
H13
1876